

Amsterdam
1947

DE ZICHTBARE AFVOER VAN HET
KAMERWATER

Lane Medical Library

S. DE VRIES

STELLINGEN

I

Door het kanaal van Schlemm vindt een ononderbroken afvoer van kamerwater plaats.

II

De watervenen van Ascher vindt men het meest nasaal-onder, even buiten de limbus corneae.

III

De ziekte van Still kan zich uitsluitend door oogafwijkingen manifesteren.

IV

De aanwezigheid van normoblasten in het perifere bloed van patienten met niet-aangeboren hartlijden wijst op een ongunstige prognose.

V

Het verschil in veelvuldigheid van bepaalde kankers bij verschillende mensenrassen schrijve men pas in de laatste plaats toe aan verschil in raseigenschappen.

VI

Vrouwelijke rubeola-contacten, die deze ziekte niet met zekerheid hebben doorgemaakt en bij wie de mogelijkheid van een beginnende zwangerschap niet is uit te sluiten, behandelde men met reconvalescenten-serum.

VII

De purpura annularis teleangiectodes („ziekte van Majocchi”) en de dermatosis pigmentosa progressiva („ziekte van Schamberg”) zijn varianten van eenzelfde ziekteproces.

VIII

Bij de epiphyseodesis verdient de methode van Blount de voorkeur.

IX

Wat betreft litteekenvernauwingen van larynx en trachea biedt een uitwendige operatie met verwijdering van litteekenweefsel en huidplastiek de beste voorwaarden voor opheffing van de stenose.

X

In de hersenen van zoogdieren komen geen arterio-veneuze anastomosen voor.

DE ZICHTBARE AFVOER VAN HET KAMERWATER.

DE ZICHTBARE AFVOER VAN HET KAMERWATER

ACADEMISCH PROEFSCHRIFT

ter verkrijging van de graad van doctor in
de geneeskunde aan de Universiteit van
Amsterdam op gezag van de Rector-Magnificus
Dr. P. N. U. Harting, Hoogleraar in de
faculteit der letteren en wijsbegeerte, in het
openbaar te verdedigen in de aula der
Universiteit op Donderdag 10 Juli 1947,
des namiddags 4 uur
door

SAMSON DE VRIES

geboren te Amsterdam.

AAN DE NAGEDACHTENIS VAN MIJN OUDERS
AAN MIJN VROUW
AAN MIJN DOCHTERS

Uit de Oogheekundige Kliniek van de Universiteit van Amsterdam

Directeur: PROF. Dr. W. P. C. ZEEMAN

PROMOTOR: PROF. Dr. W. P. C. ZEEMAN

INHOUD

	pag.
INLEIDING	9
DEEL I: Literatuuroverzicht betr. de kamerwaterbeweging .	11
HOOFDSTUK I: Anatomische onderzoeken	
a. Het kanaal van Schlemm	11
b. De Venae ciliares antt. en hun verbindingen . . .	13
c. De verbindingen van het kanaal van Schlemm met de intrasclerale venen	13
d. Het trabeculum corneosclerale	15
e. De binnenwaartse kanaaltjes	16
f. De lymphvaten	18
HOOFDSTUK II: Physiologische onderzoeken	
a. Leber's filtratietheorie	19
b. Bevestiging, verbetering en uitbreiding van diens werk	22
c. Bestrijding van Leber's filtratietheorie	25
d. De invloed van contractie der inwendige oogspieren	28
e. Compressie van de bulbus oculi en kamerwater- circulatie	28
f. Physicochemische onderzoeken	30
HOOFDSTUK III: Klinische onderzoeken	
a. Inspectie van de voorste bulbusoppervlakte binnen de limbus. Biomicroscopie	34
b. Gonioscopie	38
c. Fotografie	40
d. Proeven met uitwendige compressie	41
HOOFDSTUK IV: Glaucoom en waterbeweging	42
DEEL II: De watervenen	47
HOOFDSTUK V: De watervenen in de literatuur . . .	47

	pag.
HOOFDSTUK VI: Onderzoek	56
HOOFDSTUK VII: Resultaten	60
<i>a.</i> De laminaire venen en de watervene	61
<i>b.</i> De patiënten	64
<i>c.</i> Frequentie	65
<i>d.</i> Localisatie	66
<i>e.</i> Afmetingen	66
<i>f.</i> Pulsaties	67
<i>g.</i> Verschillende vormen	69
<i>h.</i> Het „glassrod”-phenomeen	71
<i>i.</i> Tijdelijke veranderingen	74
<i>j.</i> De stroomsnelheid	75
<i>k.</i> Proeven met uitwendige druk	77
<i>l.</i> De watervenen bij glaucoma simplex	78
<i>m.</i> Anatomie	79
Slotbeschouwing	84
Samenvatting	87
Literatuur	90

Bijlage: Afbeeldingen.

INLEIDING

In 1946 bereikten ons vier publicaties van K. W. Ascher betreffende wat hij noemde „aqueous veins” (water bevattende aderen).

Deze oogarts had in 1941 bij een mijnwerker uit Alabama, die op zijn polikliniek kwam, een merkwaardige en belangrijke vondst gedaan: In een der kleine episclerale venen zag hij n.l. een helder vocht stromen. Zoekend naar dit verschijnsel bij een reeks willekeurige patiënten, trof hij het bij een vierde hunner aan. Als bron van deze heldere vloeistof beschouwt hij de voorste oogkamer, van waaruit het via het kanaal van Schlemm en de sclerale plexus de episclera bereikt.

Merkwaardig mag deze vondst genoemd worden, omdat zij met lang bestaande hulpmiddelen pas in deze tijd geschiedde. Belangrijk tevens, omdat zij een voor velen nieuw licht kon werpen op het gedrag van het kamerwater, waaromtrent immers bij de verschillende onderzoekers nog geen eenstemmigheid bestond.

Wij vonden hierin aanleiding dit verschijnsel en het vóórkomen ervan bij de mens nader te onderzoeken en doen hier van dit onderzoek verslag. Vooraf gaat een overzicht van de literatuur over het vraagstuk van de kamerwaterbeweging in het algemeen en van de „aqueous veins” of watervenen in het bijzonder.

DEEL I

LITERATUUROVERZICHT

BETREFFENDE DE BEWEGING VAN HET KAMERWATER

Een lange literatuurlijst volgt reeds Leber's klassieke bijdrage in het handboek van Graefe-Saemisch van 1903 over de kamerwatercirculatie. Duke-Elder noemt in 1932 de literatuur hierover „enormous”. Zij is sindsdien nog belangrijk gegroeid. Dit overzicht zal slechts een beperkt aantal publicaties vermelden over het vraagstuk van de beweging van het kamerwater, gegroepeerd naar de gebezigde methode van onderzoek.

Onder „beweging” wordt hier verstaan het in- en uittreden van kamerwater. De afkoelingsstroming (stroming van Ehrlich-Türk) kan hier buiten beschouwing worden gelaten, aangezien zij zich in gesloten banen binnen de voorste oogkamer houdt.

HOOFDSTUK I

ANATOMISCHE ONDERZOEKINGEN

De bijzondere structuur van de corneosclerale grens nabij de kamerbocht, het trabeculum corneosclerale met het kanaal van Schlemm en de oorsprong van de Venae ciliares anteriores, heeft reeds vroeg de aandacht getrokken. Met de methoden der microscopische en macroscopische anatomie was de bouw van dit gebied omstreeks het einde van de vorige eeuw goed bekend geworden en o.a. beschreven door Virchow en Leber in het handboek van Graefe-Saemisch. Latere onderzoekers hebben enkele details uitvoeriger onderzocht, soms geïnspireerd door nieuwe vondsten op het gebied van de physiologie.

A. HET KANAAL VAN SCHLEMM.

Dit ontleent zijn naam aan de onderzoeker, die het als eerste, in 1831 in de literatuur deed verschijnen.

Virchow (1910) en Leber (1903) noemden als de voornaamste trekken ervan: de ligging in de circulaire groeve aan de binnenkant van de sclerarand vóór de sclerale spoor, de uit een enkele endotheellaag bestaande wand, naar binnen grenzend aan het trabeculum corneosclerale.

Leber wijst erop, dat men in vele coupes niet één maar meerdere lumina aantreft. Een na inspuiting via de A. ophthalmia (waarbij het kanaal zich vult) verkregen vlaktepraeparaat, waarvan hij een afbeelding geeft (zie fig. 1), toont duidelijk de gedeeltelijk plexiforme bouw van het kanaal. De van Rochon-Duvigneaud afkomstige naam *sinus scleralis*, gegeven wegens de analogie aan een durale sinus, vervangt Leber door *circulus venosus*. *Venosus* wegens de hem gebleken samenhang met het veneuze systeem en gescheidenheid van de voorste oogkamer.

Evenals Virchow en later ook Salzmann (1912) was hij van mening, dat het endotheel van de circulus en diens vertakkingen *continu* is. Dat hij bij opspuiting der bloedvaten nooit injectie-massa in de voorste oogkamer zag, was een zijner belangrijkste argumenten. Schwalbe, die in het microscopische praeparaat evenmin duidelijke hiaten van de endotheliale wand kon vinden, onderstelde, evenals Waldeyer, aanvankelijk toch het bestaan van kleine openingen op grond van zijn physiologische proeven.

Een andere vraag, die verschillend werd beantwoord is: Wat bevindt zich normaliter in het kanaal van Schlemm.

Leber vond in het microscopisch praeparaat van 17 oogen bij 15 daarvan op zijn minst enige erythrocyten in het lumen, vaak echter een aanzienlijk aantal. Schwalbe (1870), Maggiore (1917) en Teulières (1930) bevonden het ledig.

Friedenwald en Scholz (1940) gingen van de gedachte uit, dat post mortem en tijdens de enucleatie en fixatie vloeistofverplaatsing kan plaats hebben. Zij bevroren daarom in situ het voorsegment van genarcotiseerde proefdieren (waarschijnlijk konijnen) met vloeibare lucht, zaagden het af en brachten het in ver onder 0° gekoelde fixeervloeistof, waarin het langzaam ontdooide. Bij normale ogen vonden zij een geringe hoeveelheid erythrocyten en plasma in de trabeculaire venen, die homoloog zijn aan het kanaal van Schlemm.

Ten aanzien van de vraag, of men het kanaal van Schlemm als vene moet opvatten, door Leber c.s. bevestigend beantwoord, waren ook ontogenetische en phylogenetische onderzoekingen van belang. Met erythrocyten gevuld vond Seefelder (1910) het kanaal van Schlemm, zoals het reeds zichtbaar is bij embryonen aan het eind van de derde maand. In dezelfde tijd verschijnen ook de *Venae ciliares anteriores*.

Volgens Sondernann (1933) eveneens ontstaat het kanaal van Schlemm als deel van het veneuze systeem. In het begin van de derde maand zag hij in de door hem genoemde *venae iridosclerales* verwijding optreden vóór hun intreden in de zich verhardende sclera-rand. Deze verwijdingen bleken zich met tussengeschakelde capillairen, na obliteratie van de aanvoerende delen der *venae iridosclerales*, te verenigen tot een circulaire veneuze plexus: het kanaal van Schlemm.

Van Leber en van Virchow verscheen een vergelijkend anatomische studie van het kanaal van Schlemm en zijn omgeving.

Troncoso (1929 en 1942) kwam tot soortgelijke resultaten: Bij lagere zoogdieren grenzen aan het trabeculum corneosclerale enige venen, door Troncoso de Venae trabeculares genoemd, deel uitmakend van de diepe sclerale plexus. Zij bezitten volgens Troncoso dezelfde functie als het kanaal van Schlemm bij primaten, hebben echter in de verschillende coupes geen constante plaats, ontbreken zelfs in sommige. Dit in tegenstelling tot de volkomen circulaire en constante ligging in de sclerale groeve van het diverticulum van de diepe sclerale plexus, dat men bij de primaten aantreft als Schlemm's kanaal.

B. DE VENAE CILIARES ANTERIORES EN HUN VERBINDINGEN.

De Venae ciliares anteriores worden door Van Woerden beschreven als ongeveer radiaal onder de conj. bulbi lopende dunne gestrekte vaten met rijke boomvormige vertakking en anastomosering. Zij ontstaan uit dunne perforerende takjes van de intra-sclerale plexussen, die meestal nabij de limbus de oppervlakte bereiken, tevens uit enkele rechtstreeks van de M. ciliaris afkomstige venen. Talrijke fijne anastomosen maken deel uit van het episclerale venennet. Dit is, volgens de beschrijving van Leber, aan de limbus het dichtst en communiceert daar met de conjunctivale plexus. Achterwaarts wordt het dunner en vormt het enkele anatomosen met de Vv. vorticosae.

C. DE VERBINDINGEN VAN HET KANAAL VAN SCHLEMM MET DE SCLERALE VENEN.

Leber bevestigde een vroegere vondst van Arnold, dat de diepe sclerale venen een plexus vormen, die door een twintigtal takken met het kanaal van Schlemm in verbinding staat en anderzijds een deel der venen van de M. ciliaris opvangt. Bij alle intra-oculaire venae ontbreken kleppen.

Maggiore (1917) onderscheidt een conjunctivale veneplexus, een plexus in de Tenonse kapsel, een episclerale plexus en een diepe sclerale plexus, iets minder diep gelegen dan het kanaal van Schlemm. Vooral deze laatste plexus heeft hij nauwkeurig aan seriecoupes en met plastische reconstructie onderzocht. Hij beschreef de diepe plexus als karakteristiek van vorm: dunne reticulæ naast quasi-variceuze grotere kanalen, met verbindingen naar de episclerale plexus, die tortueus zijn en met zes- of achtvormige kronkels naar buiten komen. Ook hij vond in elk oog twintig tot dertig z.g. collector-venen, die de diepe plexus met het kanaal van Schlemm verbinden, met een spleetvormige uitmonding, als het mondstuk van een fluit; maar zonder kleppen. In zijn injectie-paeparaten vanuit de bloedbaan bleek het kanaal van

Schlemm steeds gevuld. (Evenmin als Leber vond hij injectie-massa in de voorste oogkamer.)

Swindle verkreeg fraaie preparaten door verdunde Indi-sche inkt in de voorste oogkamer van een geënuclëerd oog te spuiten en de sclera daarna doorzichtig te maken. De weg van de vloeistof vanuit het kanaal van Schlemm via de sclerale plexus naar de episclerale venen toonde de collector-venen duidelijk aan onder de binoculaire microscoop.

Een onderzoek als dat van Maggiore verrichtte ook Mevr. Dvoràk-Theobald (1934). Zij onderzocht 810 seriecoupes van $15\ \mu$ dikte, vervaardigde enkele wasreconstructies (zie fig. 4) en bracht de gevonden collector-venen in kaart.

Zij maakte verder de onderlinge ligging van het kanaal van Schlemm, de verschillende plexussen en de collector-venen duidelijk door superpositie van tekeningen, met de camera lucida vervaardigd. De gedetailleerde uitkomsten zijn voor ons onderwerp van belang en wij zullen deze daarom uitvoeriger weergeven. De schrijfster onderscheidt drie venen-plexussen:

- 1°. een *conjunctivale plexus*;
- 2°. een *episclerale plexus*: dicht, uit de anastomoserende venen opgebouwd (veel talrijker dan de arterien), die een iets elliptisch lumen hebben;
- 3°. een *intrasclerale plexus*: van platte venen, smal tevens (10 à $24\ \mu$), die grote lussen vormen en onderling weinig anastomosen aangaan;
- 4°. een *diepe sclerale plexus*, waarin de venae breed en meest plat zijn, gekronkeld en veelvuldig anastomoserend. Hun lumen meet 315 bij $99\ \mu$ tot 10 bij $6\ \mu$.

Mevr. Dvoràk vond, weinig talrijke, anastomosen tussen de plexussen onderling, zowel recht verlopend als met grote bochten. De diepe plexus bleek verbonden met een deel der venen, die van het corpus ciliare komen en communiceerde met het kanaal van Schlemm door 29 „collector-channels”.

De localisatie hiervan ziet men in fig. 2. Dat zij daarin nabij twaalf uur en tussen vijf en zeven uur ontbreken, ligt aan de omstandigheid, dat de coupes van dit gebied — schuin ten opzichte van de oppervlakte van het oog gesneden — minder geschikt waren voor onderzoek.

Elf kanalen monden aan het achterste-, zes aan het voorste eind en twaalf in het midden.

In dwarse doorsnede meten zij $5-50\ \mu$ bij $30-165\ \mu$, de laatste en grootste afmeting loodrecht op het sneevlak.

Van belang is de opmerking, dat zij niet altijd, zoals in de literatuur (Maggiore o.a.) wordt beschreven, trechter- of spleetvormig uitmonden in het kanaal van Schlemm, maar soms ook (de frequentie wordt niet vermeld) cilindrisch of elliptisch. Op verscheidene plaatsen vertoonde een tot de diepe plexus behorende vene na opneming van een collector-vene een wijde bocht naar de cornea gericht, „gelijkend op de bochten in een krachtig stromende rivier”.

Wat door D v o r à k niet uitdrukkelijk wordt genoemd, maar uit haar tekeningen blijkt, is het volgende: Van de uit het kanaal van Schlemm komende twintig collector-venen loopt slechts één rechtstreeks naar de episclera en wel aan de nasale zijde (fig. 3 boven); vier andere anastomoseran met een vene, welke daarna de episclera bereikt (drie nasaal en één temporaal). De overige monden in de diepe plexus, zonder dat zij naar de oppervlakte zijn te vervolgen. Uit de tekeningen is echter niet op te maken — en in de tekst wordt het niet vermeld — welke de vorm is van de verschillende uitmondingsplaatsen afzonderlijk.

Er gaan geen afferente vaten naar het kanaal, meent D v o r à k. Merkwaardig is intussen de loop van een vrij grote arterie ($30 \times 50 \mu$), die, uit de episclera komend, het kanaal over een afstand van ruim 8 mm begeleidt en er vaak tegenaan ligt. Deze geeft alléén takjes af naar de sclerale plexussen. Een arterietakje vond zij echter, dat plotseling in een kleine vena overging, welke met Schlemm's kanaal communiceerde.

De enige onderzoeker, die van mening is, dat in het kanaal van Schlemm rechtstreeks arteriën uitmonden, is F r i e d e n w a l d (1936). Het zo juist genoemde arterietakje in de beschrijving van D v o r à k is er volgens hem één van. Hij meent zes à acht arterietakjes in elk van de vier ogen, die hij in seriecoupes onderzocht, te hebben gevonden, afkomstig van arterietakken uit het corpus ciliare, slechts 5 à 10μ dik. L e b e r had wel bij de sclerale veneplexus en in de buurt van het kanaal van Schlemm arterietakjes gevonden, maar had niet met zekerheid een communicatie kunnen vaststellen. Overigens vond F r i e d e n w a l d in grote trekken dezelfde veneuze communicaties van het kanaal van Schlemm: Ruim twintig venen verenigen het met de diepe sclerale plexus, soms zenden zij echter een tak naar de episclera. Het endotheel van de venen ligt, zonder adventitia, onmiddellijk op de sclerale stroma-vezels.

De intrasclerale plexus bij de lagere zoogdieren en de verbindingen met de Venae trabeculares werden door T r o n c o s o (1929 en 1942) beschreven. De plexus ligt hier meer naar achter dan bij de primaten. Bovendien is hij bij de carnivoren uitzonderlijk sterk ontwikkeld.

De venen liggen bij hen deels als grote bloedholten, verenigd tot de z.g. *ring* of *plexus* van H o v i u s. Met het kanaal van Schlemm van de primaten echter is deze circulaire plexus z.i. niet op één lijn te stellen, wel met hun intra-sclerale plexus.

D. HET TRABECULUM CORNEO-SCLERALE.

Het ontving zijn naam van R o c h o n - D u v i g n e a u d. V i r c h o w (1910) geeft de volgende beschrijving: Een aan de binnenzijde van de corneosclerale grens liggende weefselring, driehoekig in de meridionale doorsnede, met de top naar voren over-

gaand in het begin van de Descemet-membraan, de basis tegen de voorvlakte van het corpus ciliare gelegen.

Het bestaat uit een netwerk van balkjes in naar achter in aantal toenemende lagen.

Elk balkje heeft een collageen centrum, waaromheen elastische vezels liggen, die weer door een dunne cuticula worden overtrokken. De ruimten tussen deze balkjes staat in open verbinding met de voorste oogkamer. Het endotheel van de voorste oogkamer, dat de balkjes bekleedt, springt in de ruimten tussen de balkjes naar voren, vult ze zelfs voor een groot deel op, vooral nabij het kanaal van Schlemm. Deze celrijdome van het trabeculum corneosclerale was reeds door Schwalbe geconstateerd en wordt door Virchow met nadruk bevestigd. Interessant is zijn vermelding van uiterst fijne lijntjes tussen de balkjes, geïsoleerde tere membraantjes of wel celuitlopers, en zijn opmerking dat deze bij het vervaardigen van de coupes zeer gemakkelijk vernietigd kunnen worden. Het is hierdoor wel duidelijk, dat de ruimte van de voorste oogkamer zich op zeer gecompliceerde wijze in het trabeculum voortzet, in het microscopisch praeparaat moeilijk te overzien. Virchow trekt zelfs het bestaan van geheel open mazen in twijfel, en hij meent, dat zelfs bij eventuele vormverandering van het trabeculum door contractie van de M. ciliaris, de endotheelcellen de mazen in gerekte toestand zullen blijven opvullen. Naar de iriswortel treedt het trabeculum corneosclerale in verbinding met het trabeculum uveale of ligamentum pectinatum. Dit is zwak ontwikkeld bij de primaten en mist elastische vezels.

Het trabeculum corneosclerale is ook door Salzmann uitvoerig onderzocht, deels in vlaktepraeparaten, waardoor het mazenstelsel fraai zichtbaar werd.

De vraag, of het trabeculum corneosclerale onmiddellijk aan het kanaal van Schlemm grenst, dan wel door een laagje sclera er van wordt gescheiden, is verschillend beantwoord. Leber, Schwalbe, later ook Seidel (1921), Salzmann vonden geen tussenliggend scleraweefsel. Waldeyer, Römer, Magitot en Weiss meenden daarentegen, dat dit wel degelijk een solide anatomische scheiding vormde tussen het kanaal van Schlemm en de voorste oogkamer. Rochat (1910) zag eveneens een scheiding, maar met hiaten, waarin uitbochtungen van het kanaal pasten.

E. DE Z.G. BINNENWAARTSE KANAALTJES VAN HET KANAAL VAN SCHLEMM.

In de beschrijvingen van Rochon-Duvigneaud en Virchow worden zij nog niet genoemd.

Wij treffen hun beschrijving voor het eerst aan in 1910, van de hand van Rochat.

Deze, aanhanger van Leber's filtratietheorie, was niet

tevreden met de wijze, waarop het gewone aspect van het trabeculum corneosclerale en van het kanaal van Schlemm, die onderling door een scleralaagje gescheiden lijken, hun functionele samenhang verklaarde.

Hij trachtte daarom het trabeculum te ontvouwen, wat door manipulatie met een naald of door het dieper maken van de voorste oogkamer door inspuiting bij konijnen gelukte. Ook een menselijk oog met een diepe voorste oogkamer na verwonding bleek een goed uitgespreid trabeculum te bezitten.

In de praeparaten nu zag Rochat (1910), hoe zich hier en daar van het kanaal van Schlemm een *zijtakje* afbuigt, dat zich begeeft *tussen de balkjes van het trabeculum*. Het bestaat slechts uit een *endotheellaag*, dat op deze plaatsen „*de enige scheidingswand*” vormt tussen het kanaal van Schlemm en de voorste oogkamer.

Blijkbaar onkundig van deze vondst, publiceerde Sondermann in 1929 en 1933 zijn onderzoek van seriesneden van zestig ogen. Sondermann vond in elk oog ongeveer een twintigtal kanaaltjes, die vanuit het kanaal van Schlemm zich in de ruimten tussen de trabekelbalkjes begeven. Ze liggen meest aan de proximale rand van het kanaal. De tegenoverliggende spleten van het trabeculum vond Sondermann wijder dan elders. Wat echter het meest opmerkelijk was: hij vond een *vrije communicatie* tussen deze binnenwaartse kanaaltjes en de trabeculaire ruimten. Inderdaad kon men dit uit enkele afbeeldingen concluderen. De vraag echter of die openingen *wellicht artefacten* waren, in dit delicate weefsel aangebracht, lijkt temeer gerechtvaardigd, als men leest, dat voor het snijden der coupes een gelatinevriesmethode werd gebruikt.

Nadat Teulière en Beauvieux (1930) het bestaan van de open verbinding tussen de binnenwaartse uitlopers van Schlemm's kanaal met de voorste oogkamer via de trabeculaire ruimten op gezag van Sondermann als feit accepteren, geeft Rochon-Duvigneaud (1930) als zijn onveranderde mening, dat het kanaal van Schlemm een vene is, die van de voorste oogkamer wel degelijk door een ononderbroken membraan is gescheiden.

Met belangstelling zien wij nu naar wat Dvorák en Friedenwald op grond van hun anatomisch onderzoek hieromtrent vermelden. Dvorák (1934) beschrijft de „*inner canals*” als kleine kanaaltjes, 3-12 micron bij 15-40 micron, die in een rechte hoek van Schlemm's kanaal afbuigen en daarna eraan evenwijdig lopen: zij zijn „*lined with endothelium*”.

Friedenwald (1936) meent, dat men voorzichtig moet zijn met het ontkennen van het bestaan ener ononderbroken scheiding, een opvatting, die o.a. door Leber en diens school na zoveel nauwkeurig werk en met zoveel succes is verdedigd. Ook hij vond (evenals Leber en ook Maggiore) bij opspuiten van het kanaal van Schlemm vanuit de bloedvaten niets in de voorste kamer, ook niet na kamerpunctie. Hij onderstelt de mogelijkheid van

artificeel ontstaan van deze alleen door *Sondermann* gevonden openingen, gezien de bijzonder dunne en tere endotheellaag, die hij hier in zijn eigen praeparaten aantrof. Of hier deze openingen steeds ontbraken, valt echter uit *Friedenwald's* artikel niet te lezen.

Noch in de vergelijkende anatomie, noch in de ontogenie vinden wij argumenten voor *Sondermann's* aanname ener open verbinding van de binnenkanaaltjes van het kanaal van Schlemm met de voorste oogkamer.

Troncoso (1942) vermeldt, hoe de zg. trabeculaire venen, homoloog aan het kanaal van Schlemm, aan een of meer zijden begrensd kunnen zijn door het trabeculaire weefsel, zelfs geheel erdoor omgeven, maar niet, dat zij erin uitmonden. Ook met *Sondermann's* eigen opvatting over de ontogenie van het kanaal van Schlemm is een open communicatie van de binnenkanaaltjes met de trabeculaire ruimten niet in overeenstemming te brengen.

F. DE LYMPHVATEN.

Wij citeren *Leber* (1903): Eigenlijke lymphvaten komen in het oog niet voor, met uitzondering van de conjunctiva. De met endotheel beklede en met sereuze vloeistof gevulde ruimten zijn door *Schwalbe* als lymphruimten opgevat. De belangrijkste zijn de oogkamers, die echter geen afvoerende lymphwegen bezitten; in tegenstelling tot het centrale kanaal in het glasvocht, dat met de circumvasculaire lymphruimten der vasa centrales retinae samenhangt en de perichorioïdeale ruimte, die afvoerwegen heeft langs de venae vorticosae (blijkens injectieproeven van *Schwalbe*). De aanwezigheid van lymphscheden om de voorste ciliaire venen wordt door *Schwalbe* met beslistheid ontkend.

De conjunctiva bezit in haar gehele uitbreiding een oppervlakkig en een diep net van lymphvaten. Het oppervlakkige net heeft fijne gelijkmatige vaten, het diepe wijdere ongelijkmatig begrensde vaten met veel kleppen. Een fijn netwerk omringt de limbus. Op enige afstand van de cornea verlopen de lymphvaten in de conjunctiva bulbi meer evenwijdig aan de limbus. Ze zijn vanuit de cornea in te spuiten, *nooit vanuit de voorste oogkamer*, zelfs niet wanneer de venae ciliares antt. door een stijf geworden injectie-massa zijn gevuld.

HOOFDSTUK II

PHYSIOLOGISCHE ONDERZOEKINGEN

A. LEBER'S FILTRATIE-THEORIE.

Dat het kamerwater voortdurend gevormd kan worden, indien men het uit een opening van de voorste oogkamer laat afvloeien, is reeds in 1702 aan Hovius gebleken. Men nam aan, dat ook in normale toestand voortdurend kamerwater wordt geproduceerd en zocht dus naar een of meer afvoerwegen, die evenveel zouden kunnen afvoeren als gevormd was. Aanvankelijk meende men, dat de afvoer door de cornea geschiedde.

Het lag, toen zij eenmaal goed bekend waren, voor de hand te veronderstellen, dat hiertoe de bijzondere configuraties aan de corneosclerale grens, nabij de periferie van de voorste oogkamer, de z.g. kamerbocht (zie hoofdstuk I, eerste al.), in staat zouden zijn. Schwalbe was de eerste, die publiceerde (1870), dat dit althans in het dode oog werkelijk het geval was: *Een karmijn-oplossing, in de voorste oogkamer ingespoten, zag hij uit de venae ciliares anteriores te voorschijn komen*. Bij het microscopisch onderzoek bleek, dat de kleurstof deze venen bereikt had vanuit de ruimten in het trabeculum corneosclerale door het kanaal van Schlemm en de hiermee communicerende vaten. Hij verkreeg dezelfde resultaten met een oplossing van Berlijns blauw.

Uit zijn proeven concludeerde Schwalbe tot het bestaan van een, in anatomische zin, *open verbinding* tussen de voorste oogkamer en het kanaal van Schlemm, dus met het bloedvaatstelsel (zie ook pag. 12).

Leber (1903) kwam hiertegen in het geweer met tal van argumenten, waarvan wij enkele hier noemen:

- 1°. Door bloedvaatinjectie had hij de volkomen scheiding tussen het vaatsysteem en de voorste kamer aangetoond: de injectie-massa kwam nooit verder dan het kanaal van Schlemm.
- 2°. Anderzijds gelukte het hem niet, in tegenstelling tot Schwalbe, bij insputing van Berlijns blauw-oplossing in de voorste kamer, deze vloeistof in het kanaal van Schlemm te krijgen. Later bleek, dat hij hier eigenlijk met een praecipitaat had gewerkt van Berlijns blauw in het kamerwater, terwijl Schwalbe in zijn proeven het kamerwater vooraf verwijderd en dus een colloïdale oplossing gebruikt had.
- 3°. Bij insputing van een mengsel van karmijn en Berlijns blauw (praecipitaat) in de voorste oogkamer, verscheen de karmijn-oplossing in de Venae ciliares antt. en bleef het blauw in de voorste kamer achter.

4°. Het inspuiten van suspensies gaf verstopping van de afvoerweg.

5°. Microscopisch onderzoek van dieren- en mensen-ogen, waarbij twee uur post mortem karmijn-oplossing in de voorste oogkamer was gespoten, toonde aan, dat openingen ontbraken, maar dat de kleurstof in de trabeculaire venen, resp. in het kanaal van Schlemm, gedrongen was langs de intercellulaire grenzen van het endotheel, dus door filtratie.

Leber's opvatting, dat het kamerwater door filtratie in het kanaal van Schlemm overgaat, werd later door Schwalbe aanvaard. Hiermede was deze strijd, waaraan Leber terecht principiële betekenis heeft toegekend, beëindigd.

De filtratie in het geëucleëerde oog, zo meende Leber nu, moest ook in het levende oog plaats hebben. Hij zag inderdaad zelf na inspuiting van indigo-karmijn in de voorste kamer van konijnen onder iets hoger druk dan de normale, kleuring in de Venae ciliares antt. en citeert Nuel en Benoit en Asayama, die hetzelfde met Indische inkt zagen geschieden. Ook vermeldt hij het onderzoek van Lauber, die een verdunning van het bloed in de voorste ciliaire venen aantoonde, hetgeen Leber door menging van bloed- en kamerwater in het kanaal van Schlemm verklaart. Hij meende n.l. (zie pag. 12), dat in het normale oog het kanaal van Schlemm, althans grotendeels, met bloed is gevuld in — ditmaal blijvende — tegenstelling tot Schwalbe, die aannam, dat het kamerwater bevat. Leber, die bovendien in het microscopisch praeparaat meestal bloed in het kanaal van Schlemm had gevonden, kon niet geloven, dat er venen zonder bloed bestonden:

„Men zou bovendien evengoed kunnen beweren, dat de venetakken, die de sclera doorboren, kamerwater in plaats van bloed bevatten”.

Een aantal onderzoekers hebben ten tijde van Leber de hoeveelheid vloeistof bepaald, die bij doorstromingsproeven, meestal met dode ogen, waarbij een manometer met luchtbel in de toevoerende stroom is geplaatst, per minuut het oog verlaat. Priestley-Smith, Leber, Niesnamoff en Leplat kwamen tot overeenkomende resultaten. Behalve van de druk in het apparaat hing de gevonden hoeveelheid af van de grootte van de voorste kamer. Bij het dode menselijk oog vond Leber, met zijn speciaal daarvoor gebouwde filtratiemanometer, bij 25 mm druk een filtratie van 5 mm^3 per minuut; bij het levende konijnen-oog vond Leplat een filtratie van 4 mm^3 per minuut.

Leber berekende, dat de inhoud van de voorste oogkamer (op 240 mm^3 geschat) het dode oog dus in 48 minuten heeft verlaten. Hij vond de „vloeistofwisseling”, die hij in het levende oog evenzeer aanneemt, uiterst langzaam, zodat van een gerichte stroming in de voorste kamer niet kan worden gesproken. Deze ontbrek ook in een experiment, waarbij in de voorste kamer van een levend konijnen-oog fijn verdeeld bladgoud werd gespoten. De deeltjes

beschreven rustig hun ellipsen volgens de afkoelingsstroming, wèl kwamen zij langzamerhand steeds verder van de pupil af te liggen.

Ook in de waarneming van Ehrlich: het omlaagzakken van de fluoresceïne achter de cornea (na intraveneuze injectie), ziet Leber een bevestiging van de afwezigheid van een levendige, naar de kamerbocht gerichte, stroming in de voorste oogkamer.

Is de filtratie uit de voorste oogkamer in het kanaal van Schlemm volgens Leber toch het belangrijkste afvoermechanisme, het is niet het enige. In zijn doorstromingsproeven met karmijnoplossing kwam deze vloeistof soms ook in de Venae vorticosae terecht, mogelijk via anastomosen van de sclerale plexus, mogelijk ook door afvoer via de iris. Aangezien de iris echter geheel met het gemakkelijk diffunderende karmijn doortrokken was, kon hij dit niet bewijzen. Wèl gelukte dit aan Nuel en Benoit en Ayasama, die de ingespoten Indische inkt via de iris en het corpus ciliare in de Venae vorticosae zagen komen. De omvang van de afvoer langs deze weg, evenals die via het centrale glasvochtkanaal naar de papil (Priestley-Smith), beschouwt Leber echter als gering.

Vochtafvoer door de cornea heeft Leber nooit kunnen verkrijgen bij verschillende experimenten met geïsoleerde corneae, ook niet onder hoge druk. Hij neemt aan, dat de cornea ook in het levende oog hierbij geen rol speelt.

Volgens Leber's theorie moest het mogelijk zijn, in het levende oog de kamerwaterafvoer te belemmeren door het langs experimentele weg teweeg brengen van een afsluiting van het kanaal van Schlemm (ook de trabeculaire venen der proefdieren zullen wij gemakshalve zo noemen) of van de voorste ciliare venen. Het eerste is inderdaad aan enkele van zijn medewerkers, Bentzen o.a., gelukt. Hij verkreeg aldus een experimenteel glaucoom. Na verwijdering der proefogen bleek bij doorstroming dezelfde verminderde filtratie, die Leber bij geënucléeerde glaucoomogen had aangetroffen.

Koster (1903) en Bartels (1905) zagen na doorsnijding van de conjunctiva bulbi en van de uitwendige oogspieren bij konijnen een belangrijke drukverhoging, die drie weken duurde.

Ten aanzien van de plaats van herkomst van het kamerwater kwam Leber tot de overtuiging, dat het als filtraat uit het corpus ciliare de achterste oogkamer vult en door de pupilopening de voorste oogkamer bereikt. Dat in de pupil een dergelijke stroming bestaat, was ook o.a. aan Nuel en Benoit gebleken, die in het glasvocht gespoten kleurstof door de pupil in de voorste kamer zagen komen bij het levende konijnenog.

Leber's theorie houdt dus in, dat er tegelijk met deze voortdurende vorming door het corpus ciliare een voortdurende afvoer van kamerwater plaats vindt; en wel voor het overgrote deel door

filtratie uit de periferie van de voorste kamer in het kanaal van Schlemm, vanwaar het langs de intrasclerale venen de voorste ciliaire venen bereikt.

Voor verschillende in de kliniek waargenomen feiten, voornamelijk de secundaire en primaire vormen van glaucoom (zie Hoofdstuk IV), gaf deze theorie een eenvoudige verklaring. Zij was tevens een belangrijke werkhypothese. Het was waarschijnlijk voor een deel een gevoelskwestie, of men zich door de aantrekkelijkheid ervan, ondanks enkele stellig ook door Leber zelf besepte bezwaren, gewonnen gaf, of wel deze bezwaren onoverkomelijk achtte voor het aanvaarden van Leber's zienswijze.

B. BEVESTIGING, VERBETERING EN UITBREIDING VAN LEBER'S WERK.

Rochat (1910), die in principe de juistheid van Leber's filtratietheorie aannam, had bezwaar tegen de door Leber gebruikte kleurstoffen. Hij achtte de karmijnoplossing voor het markeren van een vloeistofstroom ongeschikt wegens het al te grote diffusievermogen. Eveneens het Berlijns blauw, dat met het kamerwater een neerslag vormt en Indische inkt, die grove elementen bevat.

Rochat koos voor zijn experimenten het haemoglobine, dat, in colloïdale oplossing, minder gemakkelijk diffundeert en voldoende kleur bezit om bij het experiment en het daaropvolgende microscopische onderzoek de weg van de vloeistof duidelijk te markeren. In het levende konijneog gespoten, bleek de haemoglobine-oplossing bovendien zonder reactie te worden verdragen, dus niet schadelijk te zijn voor de weefsels. Bij de doorstroming van konijnen- en kattenogen, onmiddellijk na enucleatie, met een Leberse manometer onder normale druk, kwam de haemoglobine-oplossing uit de doorsneden uiteinden van venae ciliares anteriores te voorschijn (niet uit de venae vorticosae) met een totale snelheid van 5 mm³ per minuut. Bij het microscopisch onderzoek bleek weer de gevolgde weg, via kamerbocht en de trabeculaire venen naar de episclera rondom de limbus te leiden.

Als een der ijverigste onderzoekers uit de „school van Leber” moet Seidel worden genoemd. Deze heeft kort voor en na 1920 ongeveer een twintigtal mededelingen in Graefe's Archiv aan dit onderwerp gewijd.

Voor een belangrijk deel betroffen deze publicaties talrijke en gevarieerde doorstromingsexperimenten op *levende konijnenogen*. Zij vormden een belangrijke steun voor Leber's theorie. Hij kon hierbij n.l. (1921) hetzelfde vaststellen in de levende ogen als hetgeen Schwalbe en Leber voornamelijk bij geënuceerde ogen hadden waargenomen:

Het moleculair opgeloste 1 % indigokarmijn kwam, bij een

doorstromingsdruk gelijk aan de normale intra-oculaire druk, vanuit de voorste kamer vlot in de voorste ciliaire venen; niet in de *venae vorticae* echter.

Bij proeven met verschillende kleurstoffen bleek, dat wel het fijn-verdeelde colloïdale lithium-karmijn, het electargol en collargol, dezelfde weg volgde, maar niet het in grovere deeltjes opgeloste isamineblauw en congorood. Na doorstroming met deze laatste kleurstoffen, evenals met de naast fijne- ook grove deeltjes bevattende Indische inkt, kregen deze ogen blijvend verhoogde druk en werden ze ectatisch, als bij buphthalmus.

Ook het experiment, waaruit Leber concludeerde, dat de scheidingswand tussen het kanaal van Schlemm en de voorste oogkamer geen onderbrekingen vertoont, herhaalde Seidel bij levende konijnenogen; van een bruin mengsel van indigo-karmijn en congorood-oplossing kwam alleen het blauwe indigo-karmijn in de episclerale venen. De overgang van de vloeistof uit de voorste kamer in het kanaal van Schlemm als een *electieve ultrafiltratie* beschouwend, nam Seidel na vergelijkende proeven aan, dat dit endotheel zich gedraagt als een 3 % *collodium-filter*. In Seidel's reeks van mededelingen vindt men veelal herhaling van vroegere experimenten en conclusies, vaak echter met verbeterde techniek.

Uit zijn laatste publicatie hierover (1923), vermelden wij enkele interessante bijzonderheden:

De doorstroming geschiedde daarbij met een manometerburet. Anaesthesie ontbrak of bestond uit een enkele druppel cocaïne. Het konijn lag met het limbusvlak horizontaal, de hals vrij. De observatie van de perforerende takjes van de *Venae ciliares ant.* geschiedde met de cornea-microscop en Nernstlampbelichting.

Bij een druk lager dan 15 mm Hg verscheen de 1 % indigo-karmijnoplossing *niet* aan de oppervlakte; bij een druk van 15 mm Hg werden enkele kleine, nabij de limbus uit de diepte komende adertjes, die tevoren als rode vaten zichtbaar waren, blauw. Bij een druk van 25 mm Hg, de normale, gebeurde dit reeds na 5-10 seconden, kort daarop werden dan de grotere venetakken violet, daarna eveneens blauw.

De kleuring was nooit te zien aan de periferie van deze grote vaten, zoals te verwachten zou zijn, indien perivasculaire lymphvaten de kleurstofoplossing zouden vervoeren. Integendeel bleek bij proeven met Indische inkt de zwarte verkleuring in enkele grote vaten in het begin zichtbaar als *axiale band*. Op dit verschijnsel komen wij in Deel II nog terug.

Seidel heeft ten slotte nog de invloed van stuwingsdruk in de jugulaire venen nagegaan. Daarbij bleef een kleuring van de voorste ciliaire venen achterwege, tenzij de druk in de manometer werd verhoogd.

Hoewel Seidel de nadruk legde op fysische factoren, die de afvoer van het kamerwater bewerkstelligen, t.w. de hydrostatische overdruk en het endotheelfilter, geeft hij in zijn latere publicaties evenals Wessely (1916) toch te kennen, dat nog andere factoren, w.o. osmotische, voor een kleiner deel hiertoe bijdragen.

Seidel eindigt zijn XVIIIe mededeling, die één-en-twintig waarnemingen en zijn beeltenis, over een konijn gebogen, bevat, met de verheffing van Leber's filtratiehypothese tot „natuurwet”!

Friedenwald (1932) heeft zich bij de inspuiting van trypaanblauw in het glasvocht van levende konijnenogen kunnen overtuigen van een naar voren gerichte stroom in het pupilvlak. Hij zag door de hoornvliesmicroscoop met kleurstof beladen monocytën, zodra deze aan de pupilzoom zichtbaar werden, met vrij grote snelheid naar voren komen over een weg van 1 à 2 mm en daarna deelnemen aan de afkoelingsstrooming.

Met Pierce bepaalde Friedenwald (1932) de snelheid, waarmede kamerwater bij levende honden het oog verlaat. Het bezwaar tegen het desbetreffende experiment op dode ogen van Leber, Priestley-Smith en Niesnamoff (pag. 20), dat hierbij wèl met een normale intra-oculaire druk, maar niet met een normale intravasculaire druk (aan de andere zijde van het „filter”) werd gewerkt, leidde tot een nieuwe methode. Hierbij lieten zij de bloedcirculatie intact, evenals de vorming van het kamerwater door het kanaal van Schlemm en de intra-oculaire druk.

De door hen veronderstelde normale afvoer van het kamerwater echter wisten zij te belemmeren (voor 80 à 90 %, zoals uit enkele infusieproeven onder verhoogde druk bleek) door het inspuiten van bloedserum in de voorste oogkamer. Na deze in verbinding te hebben gebracht met de van een luchtbel voorziene Leberse manometer, zagen zij inderdaad, dat de luchtbel zich gelijkmatig verplaatste in de richting van het oog af, en wel met een snelheid van pl.m. 1 mm³ per minuut.

Zij konden er zich van overtuigen, dat de narcose de bloeddruk en de intra-oculaire druk niet had beïnvloed en dat het inbrengen van de canules in de voorste kamer slechts voorbijgaande storing gaf. Het serum vertoonde geen prikkelende werking. Het bleek bij het microscopische na-onderzoek voornamelijk in de kamerbocht en de trabeculaire ruimten tot aan het kanaal van Schlemm te liggen.

Uit een tweede reeks proeven (eveneens in 1932), waarbij het normale hondenoog met de manometer werd verbonden en zij de hoeveelheid in het oog stromende vloeistof — als maatstaf voor de kamerwater-resorptie — bepaalden, trokken zij de volgende conclusies:

- 1°. De reabsorptie van het kamerwater geschiedt bijna alleen vanuit de voorste oogkamer.
- 2°. Het mechanisme daarvan kan 5 à 10 x de normale stroomsnelheid verwerken bij een druk van 3 à 10 mm boven de normale intra-oculaire druk.
- 3°. Vasocongestie door corneale en conjunctivale irritatie verhoogt de waterafvoer door de colloïd-osmotische werking van het bloedplasma.

C. BESTRIJDING VAN LEBER'S FILTRATIE-THEORIE.

In tegenstelling tot de tussen Schwalbe en Leber gevoerde discussie (pag. 19), welke door nobele toon en stijl treft, heeft de latere onenigheid aangaande Leber's filtratie-theorie hier en daar tot onvriendelijkheden aanleiding gegeven, overigens wel een bewijs, hoe deze zaak de gemoederen bezig hield.

Reeds ten tijde van Leber had Hamburger het bestaan van een vloeistofstroom door de pupil naar de voorste kamer in twijfel getrokken. Hij opperde het denkbeeld van de „physiologische pupilafsluiting”. Fluoresceïne-oplossing, door hem in de achterste oogkamer van een konijn gespoten, verscheen nl. niet in de voorste oogkamer. Deze proeven zijn door enkele Japanse onderzoekers bevestigd.

Leber meende, dat de fluoresceïne in de voorste oogkamer wel lang op zich liet wachten, maar na $\frac{1}{2}$ uur toch zichtbaar werd en dan gelijkmatig bleef doorstromen.

Friedenwald (1932) critiseerde later het experiment: bij inspuiting in het corpus ciliare kwam de fluoresceïne spoedig via de pupil in de voorste kamer. Friedenwald meent, dat Hamburger's fluoresceïne niet in de zo ondiepe achterste oogkamer was terechtgekomen maar in het voorste deel van het glasvocht.

Ook tegen Seidel, Leber's epigoon, bracht Hamburger (1923) zijn bezwaren te berde, gestaafd door eigen experimenten, die echter nieuwe bronnen van fouten bevatten. Zo kon hij na een injectie van indigokarmijn géén kleuring van de venae ciliares antt. verkrijgen. Deze was echter, zo getuigde Seidel, geschied met onvoldoende vulling van de voorste oogkamer, zodat het eiwit van het tweede kamerwater met de kleurstof een neerslag vormde. Niettemin vond Hamburger reden, de bewijzen, die Seidel steeds weer als „endgültig” aanvoerde, niet als „endgültig”, maar als „ungültig” te bestempelen. Hij concludeerde zelfs:

„Men moet de doden laten rusten. Het kanaal van Schlemm is zeker niet zonder functie, maar zijn betekenis en onontbeerlijkheid is zeker niet groter dan die van de pink of de kleine teen”.

Magitot had reeds in 1916 de mening verdedigd, *dat het kamerwater het oog niet als stroom verlaat*. Hij was hiervoor door Elliott als iconoclast betiteld, en beklaagt zich daarover ernstig. Eveneens over het feit, dat zijn mening zo weinig aanhang heeft gevonden. Hij vergelijkt zich te dien opzichte met Galileï.

Hij beschouwt (1928) het kamerwater als intercellulaire vloeistof (weefsellymphe), vergelijkbaar met de perilymphe en endolympe van het oor en de liquor cerebrospinalis.

Het kamerwater is z.i. te beschouwen als *een stilstaand water in een put, die uiterst langzaam wordt ververst*. Een absolute stagnatie is er niet. Door dezelfde membranen, die het kamerwater doorlaten: de capillairwanden in retina en uvea (vooral de iris), wordt dit weer geresorbeerd en niet of nauwelijks door het kanaal van Schlemm.

Wij zien in Magitot's later werk (1940 en 1946) deze opvatting van de spreiding van productie en afvoer van kamerwater gehandhaafd.

„Le canal de Schlemm n'est qu'une veinule parmi d'autres du cercle scléral". De resorptie daarin acht hij uitermate langzaam, de snelheid zeer veel lager dan de door Leber (5 mm³ p. m.) en door Troncoso (3 mm³ p. m.) gevonden waarden.

Een zelfde opvatting als Magitot verdedigt F. P. Fischer (1940):

„Het intra-oculaire vocht is een weefselvocht, voedend, onbewegelijk, met gespreide uitwisseling in beide richtingen".

Als een krachtig tegenstander van Leber's filtratie-theorie deed ook Weiss (1911) zich kennen. Terwijl Hamburger en Magitot wel toegaven, dat een zeer geringe en onbelangrijke afvoer in het kanaal van Schlemm mogelijk was, achtte Weiss dit geheel uitgesloten. Van vloeistofbeweging in het normale levende oog, zo betoogt hij, weet men ondanks alle experimenten niets, men kan het met geen enkel middel aantonen.

In dit verband brengt hij een belangrijk punt ter sprake, hetwelk reeds eerder door Magitot was aangevoerd, n.l. *de druk in het veneuze systeem*, waarvan het kanaal van Schlemm een onderdeel vormt. Voor de bespreking hiervan gaan wij nog even terug naar Leber's „aanhangers".

Bij Leber's doorstromingsproeven op geëucleëerde ogen was deze druk, vergeleken bij de normale toestand, zeker veel te laag. Seidel (1923), die op levende konijnen experimenteerde — en wat de bloedcirculatie betreft, waarschijnlijk dicht bij de fysiologische verhoudingen — moest wel tot de conclusie komen, dat de druk in het kanaal van Schlemm lager was dan die in de voorste oogkamer.

Immers, de vloeistofverplaatsing uit de voorste oogkamer naar de voorste ciliaire venen, die hij in het experiment bij normale intra-oculaire druk waarnam, had dit drukverval tot voorwaarde. En aangezien de doorstroming nog juist bij een tot 15 mm Hg verlaagde intra-oculaire druk doorging, was zijn conclusie, dat de druk, die aan de andere zijde van het „filter" in het kanaal van Schlemm heerst, iets minder dan 15 mm Hg bedraagt.

Stroomafwaarts, in de voorste ciliaire venen bepaalde Seidel (1936) door meting, met een onder de nodige voorzorgen geplaatst drukkamertje, de druk bij het konijn op 7 à 11 mm Hg, bij de mens op 10 à 14 mm Hg.

Al waren deze cijfers voor een drukverval van de voorste kamer naar het kanaal van Schlemm niet bewijzend, toch hebben zij het voor velen aannemelijk gemaakt, dat door hydrostatische overdruk een belangrijke en onderbroken afvoer van kamerwater langs deze weg plaats vindt. Zo neemt Troncoso (1942) het volgende drukverval aan:

Voorste kamer 20 — kanaal van Schlemm 19 — intrasclerale plexus 18 — extrasclerale plexus 13 mm Hg.

W e i s s nu trachtte (1920) een rechtstreekse bepaling te doen, door de druk te meten in de Venae vorticosae. Hij vond, dat deze de intro-oculaire druk met ongeveer de helft overtrof en meent, dat dit ook met de druk in het kanaal het geval zal zijn. Dit sluit z.i. elk afstromen van kamerwater uit en hierop grondt hij zijn opvatting van de *stagnatie van het kamerwater*.

D u k e-E l d e r (1932), die op tal van plaatsen in het oog directe manometrische bepalingen heeft verricht, bracht een micro-pipet in de ring van Hovius van de hond en vond hierin bij een normale intra-oculaire druk van 20 een druk van 21,5 mm Hg. Bij kunstmatige verhoging van de intra-oculaire druk tot 40 steeg de druk in de ring van Hovius eveneens, echter slechts tot 39 mm. De druk in de episclerale venen bepaalde hij, evenals S e i d e l, met een doorzichtig drukkamertje, op 13 mm Hg.

D u k e-E l d e r had voor de aanwezigheid van een continue stroom evenmin als voor een algehele stagnatie van het kamerwater de gebezigde argumenten overtuigend gevonden. Afgezien nog van experimenten op het dode oog, lieten proeven op het levende oog, waarbij dit werd geopend of met kleurstoffen ingespoten, z.i. geen conclusies toe ten aanzien van de normale toestand, omdat deze manipulaties de normale verhoudingen (de intra-oculaire druk en de intra-oculaire circulatie) volkomen verstoorden.

Zijn drukmetingen o.a. brachten hem tot het innemen van een *tussen-standpunt*:

- 1°. Het kamerwater wordt voortdurend vernieuwd door alle gevasculariseerde weefsels. Deze vernieuwing wordt bepaald door voortdurend schommelende hydrostatische en osmotische drukverschillen, waarbij in eenzelfde capillair nu eens uittreding, dan weer instroming van vocht plaats heeft. (M a g i t o t's opvatting, zie pag. 25.)
- 2°. Hierop gesuperponeerd is een *intermitterende, uiterst geringe stroming*. Alleen tijdens de physiologische drukverhoging n.l. bij de hartswerking, ademhaling en contracties van de M. orbicularis en uitwendige oogspieren treedt het kanaal van Schlemm in werking als een *veiligheidsklep* en verlaat een geringe vochtstroom het oog.

Deze voortdurend wisselende drukverhoudingen bewerken een minimale „pressure-circulation”.

D u k e-E l d e r's opvatting vond veel aanhang. Wij vinden haar o.a. terug in S. Gifford's Textbook of Ophtalmology en in het Nederlands Leerboek der Physiologie.

F r i e d e n w a l d (1936), die D u k e-E l d e r's mening omtrent de hydrostatische druk in het kanaal van Schlemm onderschrijft, beschouwt het kanaal van Schlemm echter niet alleen als veiligheidsklep, doch meent, dat door osmotische werking toch een vóórtdurende niet-onbelangrijke stroom de voorste oogkamer verlaat. De osmotische aantrekking daarvan wordt z.i. regelmatig onderhouden door een aanvoer van bloedplasma in het kanaal van Schlemm. Deze geschiedt via enkele zeer kleine arteries (pag. 15).

D. DE INVLOED VAN DE CONTRACTIE DER INWENDIGE OOGSPIEREN.

Aan de werking van de *M. ciliaris* en *M. sphincter pupillae* is door vele onderzoekers, die het bestaan van een afvoer van kamerwater in het kanaal van Schlemm vóórstonden, betekenis toegekend. De vasthechting van de meridionale en radiaire bundels van de *M. ciliaris* aan de, achter de perifere rand van het kanaal van Schlemm gelegen, sclerale spoor maakt het aannemelijk, dat zij het lumen daarvan meer kunnen open trekken (K ü s e l, 1906). Ook door hun verbindingen met het trabeculum lijken de meridionale bundels in staat, bij hun contractie het trabeculum in zekere mate te ontvouwen (W. M. de V r i e s, 1897). Deze laatste werking kan men ook aannemen voor de *M. sphincter pupillae* (R o c h a t, 1910).

Het is duidelijk, dat door deze spierwerking een vulling van het kanaal van Schlemm en afvoer van kamerwater kan worden bevorderd. S e i d e l (1922) vond bij zijn doorstromingsproeven met konijnenogen, dat na eserine-indruppeling het te voorschijn komen van de kleurstof in de voorste ciliaire venen aanzienlijk sneller ging dan na atropine-indruppeling. Ook hij schrijft dit toe aan de contractie van de inwendige oogspieren. D u k e - E l d e r acht deze werking een feit en steunt hierbij o.a. op de onderzoekingen van F o r t i n (1926). Deze heeft een menselijk oog kunnen onderzoeken, waarbij de inwendige oogspieren door eserine tot contractie waren gebracht en dat onmiddellijk daarna was geënuclleerd en gefixeerd. Zijn resultaten waren dezelfde als die, welke reeds W. M. de V r i e s (1897) bij een gelijksoortig onderzoek op een apenoog verkreeg: Bij vergelijking met de coupes van andere normale ogen treffen de grotere diepte van de kamerbocht, de wijdere ruimten tussen de lagen van het trabeculum en het bredere lumen van het kanaal van Schlemm.

E. COMPRESSIE VAN DE BULBUS OCULI EN KAMERWATERCIRCULATIE.

Men weet sinds D o n d e r s (1872) en P a g e n s t e c h e r (1878), dat onmiddellijk na het uitoefenen van compressie van de oogbol (massage o.a.) een daling van de intra-oculaire druk optreedt. S c h i ö t z en P o l a k - V a n G e l d e r signaleerden dit verschijnsel ook na de applicatie van eerstgenoemde's tonometer bij routine-meting van de intra-oculaire druk B o n n e f o n (1922) en M a g i t o t (1923) werkten met de ophthalmo-dynamometer van B a i l l i a r t.

M a g i t o t oefende hiermee o.a. een druk uit, zowel bij dieren als mensen, van 250 gram gedurende vijf minuten. Daarná was de tensie 0, maar bereikte na vijf minuten weer de normale hoogte; in de volgende tien minuten steeg de tensie verder (soms tot 38 mm Hg).

Bonnefon kon, evenals Koyanagi bij konijnen na compressie met 150 gram de tensie op 0 houden door een gewicht van 25 gram. Beiden concluderen hieruit, dat bij een normale intra-oculaire druk geen kamerwater wordt gevormd. Koyanagi (1929) heeft bovendien gevonden, dat reeds tijdens de compressie, na een aanvankelijk snelle drukstijging, een langzame daling optreedt. Ook andere onderzoekers, o.a. Kukàn (1936) met een speciale zuig-dynamometer, hebben later soortgelijke resultaten verkregen. Malling o.a. (1938) bestudeerde het tensiebeloop met geringere compressie (zoals trouwens ook Magitot in 1919 reeds heeft gedaan).

Thomassen (1946) tenslotte heeft bij mensen reeksen proefnemingen gedaan met sterke compressie door middel van de dynamometer van Bailliart met 150 gram gedurende twee tot zes minuten en zwakke compressie met 25 gram gedurende twee minuten door middel van de tonometer van Schiötz, beide naast de cornea geapliceerd.

De compressie werd bij naar beneden gerichte blik verricht, hetgeen een iets (maar zéér weinig) groter effect bleek te hebben dan bij vooruit gerichte blik (door additie van de spierwerking waarschijnlijk).

Wij geven hier twee voorbeelden van Thomassen's proeven en uitkomsten:

- 1°. Compressie met 25 gram gedurende twee minuten:
tensie vóór compressie 19; na compressie 15; na 5 min. 17.
- 2°. Compressie met 150 gram gedurende zeven minuten:
tensie vóór compressie 21; na compressie 0; na 5 min. 12.

De graad van hypotonie na de compressie bleek onafhankelijk van de leeftijd, en individueel zeer variabel. Voorafgaande atropine-indruppeling remde de drukdaling, pilocarpine vergrootte deze. De meeste onderzoekers op dit gebied vatten de drukveranderingen bij en na compressie als volgt op:

- 1°. Het drukherstel en de soms optredende drukverhoging na de compressie berust op de productie van kamerwater.
- 2°. Tijdens de compressie vindt uitdrijving van bloed en kamerwater plaats. Het kamerwaterverlies is van de drukdaling die reeds tijdens de compressie intreedt, en er na in verhoogde mate, de belangrijkste oorzaak. Magitot meent, dat het kamerwater niet hoofdzakelijk door het kanaal van Schlemm, maar overal waar capillairen zijn, wordt uitgedreven. Vele anderen echter kennen aan het kanaal van Schlemm de belangrijkste rol hierbij toe.

P. Llorca (1935) steunt hierbij op de volgende waarneming: bij een geval van synaechiae anteriores werd de compressie niet door drukdaling gevolgd, wél echter, nadat de synaechieën operatief waren losgemaakt.

Thomassen meent eveneens, dat kamerwaterverlies de hoofdoorzaak is van de drukdaling. Het feit, dat de drukdaling tijdens de compressie langzaam optreedt en dat de plotselinge drukval na de compressie pas na pl.m. vijf minuten wordt gecom-

penseerd, pleit tegen invloed van het bloedvolumen, dat zich immers sneller verplaatst moet hebben.

Hij neemt aan, dat tijdens de compressieproeven het kamerwater door het kanaal van Schlemm het oog verlaat en niet door de capillairen.

Deze worden zeker bij de proeven met krachtige compressie (150 gr.) dichtgedrukt. Ook bij de proeven met zwakkere compressie (25 gr.) spelen zij z.i. geen rol in de waterafvoer. Patiënten met lensluxatie in de voorste oogkamer en met iris bombans vertonen, evenals het geval van Llorca, hierna géén drukdaling. (Wij menen echter, dat in deze gevallen ook de circulatie van de iris niet geheel ongestoord zou kunnen verlopen, zodat de mogelijkheid van enige afvoer door de iris, bij compressie van het normale oog, door deze proeven niet wordt terzijde gesteld.)

Ten aanzien van de *psysilogie* van de *normale kamerwaterbeweging* komt Thomassen naar aanleiding van zijn compressieproeven tot enige *conclusies*:

Hij moest in het midden laten, of in de rusttoestand van het oog het kanaal van Schlemm kamerwater afvoert, gezien de onzekerheid betreffende de daarin heersende druk.

Tijdens de drukverhoging echter, die bij de oogbewegingen naar uiterste standen door druk van de spieren optreedt (Wessely), bij het krachtig dichtknijpen van de oogleden, en bij de hartsystole, treden z.i. mechanismen op, die met de compressieproeven vergeleken mogen worden:

Een hoeveelheid kamerwater verlaat dan het oog door het kanaal van Schlemm; de hierop volgende drukdaling wordt vervolgens door productie van nieuw kamerwater gecompenseerd.

Dit is, voor een deel althans, ook Duke-Elder's zienswijze (pag. 27).

F. PHYSICOCHEMISCHE ONDERZOEKINGEN.

Het spreekt welhaast vanzelf, dat ook de na Leber tot ontwikkeling gekomen physicochemische methoden zijn aangewend bij de studie van de beweging van het kamerwater. Wij menen, dat het buiten het bestek van dit proefschrift valt, hierop uitvoerig in te gaan en volstaan met een vluchtig overzicht.

Een eigen plaats neemt in zijn tijd (1904) het onderzoek in van C. F. Bosch. Deze wenste Leber's theorie te toetsen aan levende dieren, bovendien met een niet-prikkelende substantie en zonder de onphysiologische handeling van het brengen ener canule in de voorste oogkamer. Hij maakte gebruik van het Chloorlithium, dat in zeer geringe concentraties gemakkelijk quantitatief te bepalen was en in 2 % oplossing niet prikkelend werkte. Door de bindvlieszak van het konijn geruime tijd (45 min.) met deze oplossing gevuld te laten, kwam Li Cl in het kamerwater.

Aangenomen werd, dat het verdwijnen hiervan practisch uit-

sluitend door uitstroming met het kamerwater geschiedde en dat de diffusie uit de voorste kamer was te verwaarlozen. Op twee verschillende tijdstippen na het uitwassen van de conjunctivale zak werd resp. bij ieder oog van eenzelfde dier het Li-gehalte van het kamerwater bepaald.

Uit de daling van dit gehalte, die in dit tijdvak (van een half tot twee uur variërend), kon worden bepaald, kwam Bosch bij een twintigtal proeven met behulp van een mathematische formule tot de slotsom, dat een hoeveelheid gelijk aan de inhoud van de voorste oogkamer in 225 minuten geheel is weggestroomd. Dit komt neer op een stroomsnelheid van 1 mm^3 per minuut.

De kennis van het gedrag van oplossingen ten opzichte van hen begrenzende semi-permeabele membranen heeft een ruim veld van onderzoek geopend. Wessely (1905) en later ook De Haan en Van Creveld (1924) vonden, dat het kamerwater dezelfde samenstelling heeft als een dialysaat van het bloed. O.a. was na een intraveneuze fluoresceïne injectie de in het kamerwater aanwezige concentratie daarvan gelijk aan die, welke men verkrijgt bij het dialyseren van het fluoresceïne-houdende bloed. Na de formulering van Donnan vond men aanvankelijk, dat in grote trekken de samenstelling van het kamerwater, beschouwd als dialysaat van de semipermeabele capillairwand hiermee overeenkwam. (Daarbij zag men dan vaak het verschil tussen het veneuze en het arteriële einde van het capillair over het hoofd.) Sommigen beschouwden dit als een argument voor de stagnatie van het kamerwater.

Hiertegen merkte Friedenwald (1940) op, dat een gelocaliseerde wegstroming van het kamerwater uit het oog („a through and through circulation”), waarbij het onderworpen is aan een ultrafiltratie door twee barrières — één aan de ingang en één aan de uitgang — met eenzelfde chemische samenstelling in overeenstemming is te brengen. Wat n.l. door het eerste filter b.v. relatief langzamer het oog binnentreedt, verlaat het eveneens langzamer door het tweede.

Friedenwald's opvatting van de waterbeweging is als volgt:

- 1°. Het ciliaire epitheel vormt water en andere bestanddelen als actief secernerend orgaan (Friedenwald en Stiehler, 1938), dat voor water slechts in één richting, n.l. naar binnen, doorgankelijk is.
- 2°. Daarnevens wordt water door de capillaire wanden van de iris in de voorste kamer gelaten, maar tevens door hen geresorbeerd (de gedachte van Magitot, pag. 25), waarbij dan de „netto-productie” van de iris nog onbekend is.
- 3°. Er bestaat een voortdurende afvoer van kamerwater naar het kanaal van Schlemm (pag. 24 en pag. 27).

Dit beeld van de waterbeweging is door enkele andere onderzoekers, Kinsey, Grant en Cogan (1942), aanvaard. Zij

hebben, hiervan uitgaande, naar een middel gezocht, om de totale waterbeweging te meten tussen het kamerwater en zijn omgeving: de totale hoeveelheid, die zowel uit het corpus ciliare als elders in de voorste kamer komt en de evengrote hoeveelheid water, die zowel door het kanaal van Schlemm als elders het oog verlaat. Met „elders” worden in beide gevallen bedoeld de capillairen van de iris en, in veel mindere mate, ook het glasvocht en de lens. Tot nu toe had men immers slechts de „net-flow” (de netto-productie) bepaald, datgene wat door het kanaal van Schlemm gaat.

Het middel, om de totale waterbeweging te bepalen, vonden Kinsey c.s. in het z.g. zware water, het deuterium-oxyde (D_2O). Deze stof wordt met succes gebruikt als „tracer” voor water, aangezien het zich fysiologisch als water gedraagt, maar zich daarvan onderscheidt door het hogere soortelijk gewicht (1,1). Van een mengsel van H_2O en D_2O kan men, na destillatie, uit het soortelijke gewicht het gehalte van D_2O bepalen.

Uit een dergelijk mengsel nu bestond het kamerwater van de proefdieren, wanneer:

- 1°. zekere tijd tevoren D_2O intraperitoneaal was ingespoten en gedeeltelijk het H_2O van het kamerwater had vervangen, of
- 2°. D_2O in de voorste oogkamer was gebracht, waaruit het zich dan gedeeltelijk had verwijderd.

Het onderzoek van kamerwater en bloed, op verschillende tijdstippen gedaan, leidde tot de conclusie, dat het kamerwater van het konijn bij benadering in drie minuten voor de helft wordt vervangen, dat is dus met een snelheid van pl.m. 50 mm^3 per minuut. Bij experimenten op twee apen bepaalde Kinsey c.s. de snelheid van de totale waterbeweging op pl.m. 15 mm^3 per minuut. De waterbeweging van en naar de lens en het glasvocht bleef relatief gering.

Soortgelijke experimenten verrichtten Kinsey en een vijftal medewerkers (1942) met radio-actieve isotopen van Natrium en Chloor, van ionen dus, die normaliter in het kamerwater aanwezig zijn. Hun instromingssnelheid werd berekend als overeenkomend met het gehalte van 4 mm^3 kamerwater per minuut. Ook van andere stoffen werd de accumulatiesnelheid in het kamerwater nagegaan. Tenslotte kwamen deze onderzoekers tot de conclusie, dat de electrolyten door secretie in het kamerwater komen, de niet-electrolyten door diffusie en *dat beide de voorste kamer verlaten door uitstroming met het water in een snelheid van 4 mm^3 kamerwater per minuut.*

Friedenwald had reeds in 1938 de afscheiding van kamerwater en electrolyten door het corpus ciliare als een secretieproces opgevat (pag. 31). Ook Duke-Elder en zijn medewerkers (1943), die aangetoond hadden, dat het kamerwater, wat electrolytengehalte betreft, hypertonisch is ten opzichte van het bloed, concludeerden tot secretie. Anderen hadden gevonden, dat ten aanzien van enkele niet-electrolyten het kamerwater hypotonisch is.

De totale osmotische druk van het kamerwater bleek echter

(Duke-Elder c.s.) die van het bloed, inclusief plasma-eiwitten, te overtreffen.

Hieruit, zo meent Friedenwald (1944), moet de gevolgtrekking worden gemaakt, dat de netto-waterbeweging aan de irisoppervlakte gericht moet zijn naar de voorste kamer. Immers, de hydrostatische druk in de irisvaten is zeker niet zóveel lager dan in de voorste kamer, om tegen de osmotische werking in, het omgekeerde mogelijk te maken.

Kinsey c.s. meenden te moeten aannemen, *dat het teveel aan water als „leakage” of bij wijze van filtratie het oog verlaat.* Duke-Elder (1943) acht zulk een afvoer theoretisch slechts door secretie mogelijk en ontkent daarom het bestaan er van.

Ook Friedenwald merkt op, dat voor een dergelijke secretie in het oog geen orgaan aanwezig is. Wel zou filtratie naar het kanaal van Schlemm (Leber's oude hypothese!) z.i. toch een van de conclusies kunnen zijn van deze moderne physicochemische onderzoeken. Ware het niet, dat volgens Duke-Elder de druk in het kanaal van Schlemm in rust hoger is dan in de voorste kamer en slechts een intermitterende minimale circulatie toe laat. Friedenwald stelt daarom als oplossing nog eens zijn reeds eerder geuite hypothese voor (pag. 27); zéér langzaam en voortdurend sypelt plasma in het kanaal van Schlemm door enkele kleine arterietakjes. Dit onderhoudt een gestadige stroming van kamerwater via de endotheliale wand van het kanaal door osmotische werking. Aan de hand van een modelproef tracht hij dit aan-
nemelijk te maken.

HOOFDSTUK III

KLINISCHE ONDERZOEKINGEN

A. INSPECTIE VAN DE VOORSTE BULBUSOPPERVLAKTE BUITEN DE LIMBUS. — BIOMICROSCOPIE.

Beschrijvingen van de vaten in dit gebied zijn o.a. reeds door Donders, Van Woerden en Sömmerring gegeven.

Met het ongewapende oog en met zwakke vergroting heeft Heerfordt (1914) na een onderzoek bij een groot aantal normale personen nog eens de *voorste ciliaire venen* beschreven in hun verloop over de voorste bulbusoppervlakte (hiermee wordt het gebied buiten de limbus bedoeld). Uit de richting en snelheid van de vulling na compressie, die uiteraard bij de venen van de limbus af geschiedde en langzamer dan bij de arteriën, kon hij venen van arteriën onderscheiden en hun aspect beschrijven (zie ook pag. 13):

- 1°. De grote stammen van de arteriën zijn dikker dan die van de venen, zij lopen geslingerd en gekromd van de vier rechte oogspieren limbuswaarts en vertakken zich daarbij maar één keer.
- 2°. De grote stammen van de venen verlopen, meest twee langs elke arterie, gestrekt naar de vier rechte oogspieren; door hun geringere dikte zijn ze met het blote oog moeilijker te zien dan de arteriën. Ze zijn vanaf de limbus uit drievoudige vertakkingen boomvormig opgebouwd (zie fig. 5). Deze takken anastomoseran ruim, aldus een veneuze episclerale plexus vormend.
- 3°. Eén op de zeven ogen bezit een z.g. vene van arterieel type, als onvertakte dikke stam uit de sclera komend; meestal ligt deze vene beneden. Zulk een vene vult zich even snel als de onder 2. genoemde dunnere venen, vervoert dus een relatief grote hoeveelheid bloed. Terwijl de dunne venen volgens Leber bloed van de M. ciliaris afvoeren, draineert volgens Heerfordt deze vene van arterieel type een deel van de processus ciliares (die overigens hun bloed naar de Vv. vorticosae afgeven).

Betreffende een verfijnde methode van inspectie van het oog door hem „microscopie in vivo” genoemd, — later *biomicroscopie* —, heeft Koeppe als eerste een aantal mededelingen gedaan.

Hij gebruikte de van twee objectieven en twee oculairen voorziene corneamicroscop van Czapski in combinatie met de spleet-

lampbelichting volgens Gullstrand (tezamen in het vervolg gemakshalve „de spleetlamp” te noemen). Ook de voorste bulbusoppervlakte heeft hij hiermee bekeken. Aan zijn beschrijving (1927), voor zover zij die van Heerfordt aanvult, ontleen wij het volgende:

Van invloed op de waarneming van de diepere vaten is de mate van doorschijnendheid van de conjunctiva bulbi. Koeppe meent, dat deze in de jeugd groter is dan op hoge leeftijd. Het beeld van de vaten is „oneindig vormenrijk en wisselend”, het aantal venen overtreft dat der arteriën verre. De venen zijn dunwandig, zodat hun bloedkolom steeds zichtbaar is. Zij vormen door vele anastomosen een netwerk, zowel in:

- 1°. de conjunctiva (conjunctivale plexus) als op
- 2°. de episclera (episclerale plexus).

- 1°. Korte dunne venen lopen van de conjunctiva naar de limbus, wat langere van de conjunctiva achterwaarts naar de palpebrale of de episclerale vaten. Daarheen loopt soms ook een vene vanaf de limbus, meestal in de weefsellaag tussen conjunctiva en episclera gelegen, een z.g. *Ramus longus*.
- 2°. Tot het gebied van de *Venae ciliares anteriores* behoort de op de episclera gelegen *perilimbale ring-plexus*. Deze ontvangt van drie zijden bloed, n.l. van de conjunctivale plexus, van het randlussenet aan de limbus en van de perforerende takken afkomstig uit de intrasclerale plexussen. De afvoer van de ringplexus geschiedt soms via een „ramus longus”, hoofdzakelijk echter door kleine aftakkingen naar de voorste ciliaire venen, hiertoe samenvloeiend met de kleine takken, die van het corpus ciliare en van het kanaal van Schlemm komen. Daarbij wordt tevens door talrijke anastomosen, zowel tussen de takken van één vene als tussen die van naburige venae, de episclerale plexus gevormd. Deze staat naar achter in verbinding met de *venae vorticosae* en met conjunctivale takken, die naar de *venae palpebrales* lopen.

Tenslotte wijst Koeppe nog op de sterke verwijding van alle vaatvertakkingen van het conjunctivale net of van beide bij irritatie of ontsteking.

De venen van de conjunctiva bulbi zijn eveneens onderzocht door Zeller (1921) met de hoornvliesmicroscop (vergroting 30 à 60 maal). In de middelgrote venen trachtte hij de stroomsnelheid te bepalen, door een bewegende draad door een der oculairen te voeren. Hij vond een waarde van 0.7 tot 1.8 mm per seconde.

Een zeer gedetailleerde beschrijving van de vaten aan de voorste bulbusoppervlakte geeft B. Graves (1934), voornamelijk van de conjunctivale vaten en de limbusvaten, die hij met de spleetlamp bekeek (vergroting 24 of 35 maal). In zeer vele fraaie tekeningen (hij had tevoren tekenles genomen!), heeft hij deze vastgelegd. De episclerale plexus verkreeg hierin slechts een vage aanduiding. Hij

vermeldt de gedeeltelijke afwezigheid van bloed in vele capillairen en kleine venen aan de limbus en de wisselende stroomsnelheid en -richting in sommige grotere venetakjes, vooral in anastomosen, met nu en dan stagnatie van de bloedstroom.

Eén van zijn tekeningen drukken wij hier af (fig. 6). In de bijbehorende tekst beschrijft Graves de beide lijnen N en O als twee evenwijdige adertjes (die zich verenigen tot vat M, midden tussen conjunctiva en episclera verlopen, de z.g. ramus longus" in Koeppe's beschrijving!). Zij vertegenwoordigen:

„A feature commonly seen. Two vessels run side by side as one, having a common binding coat. When the blood is not circulating in them, or when it is absent temporarily in one, the double nature of the channel is apparent. It is not uncommon to find fused conjunctival vessels which for a part — sometimes a very long one — of their course are treble or quadruple in bore, the whole appearing as one large expanded vessel when the circulation is abundant". — Wij komen hierop nog in Deel II terug.

Rollin (1940) beveelt het onderzoek van de conjunctiva bulbi met de spleetlamp aan, wegens de fraaie zichtbaarheid van de kleinste vaten en de bloedstroom daarin. Als maximum-vergroting gebruikte hij 60. Hij beschrijft de overgang van arteriolae in capillairen, de verwijding van deze tot kleinste venae, waar in de verlangzaamde, soms stilstaande stroom de erythrocyten gemakkelijk afzonderlijk zichtbaar zijn. Verder het randlussennet aan de limbus, z.i. bijna uitsluitend veneuze arcaden. Magitot (1940) vermeldt bovendien het subconjunctivale weefsel, dat de conjunctivale plexus van de episclera scheidt („imbibition") op 5 mm afstand van de limbus meestal ongeveer $\frac{1}{2}$ mm dik, maar individueel en volgens de leeftijd zeer variabel.

In een onderzoek bij het respectabele aantal van 2500 mensen heeft Gardiner (1944) met de spleetlamp in het bijzonder de episclerale venen bekeken. Echter niet als doel maar als middel en wel om de doorschijnendheid van de conjunctiva bulbi en het subconjunctivale weefsel te leren kennen en het verband hiervan met de voedingstoestand. De event. aanwezigheid van pingueculae en hyaline-degeneratie in de lidspleet werd hierin niet betrokken als zijnde van geen belang. Gardiner vond, dat de doorschijnendheid van de conjunctiva bulbi en subconjunctiva met de leeftijd (bij zijn onderzoek tussen 9 en 37 jaar gelegen) aanzienlijk toenam. Grote doorschijnendheid bij kinderen en jonge mensen kan z.i. wijzen op ondervoeding.

Naar aanleiding van een onderzoek over limbus-pigmentering bij normale ogen vond Ascher (1924) een radiair buizensysteem aan de limbus, naar de conjunctiva meer netvormig, overeenkomend met het o.a. door Knüsel en Meesmann beschrevene, en dat door hen voor een pathologisch uitgezet lymphvatennet werd gehouden. Behalve in de uitsparingen van de pigmentafzetting

vertoonden deze buizen zich soms ook daarbuiten, als lichtende in water gedompelde glasstaafjes. Na vitale kleuring met een 1 % oplossing van brillant kresyl-blauw (volgens Kn ü s e l) werd het lymphvatencomplex fraai zichtbaar. *Het trad niet in verbinding met de bloedvaten.*

Loewenstein (1940) vond lipöidruppeltjes in de episclera, met de spleetlamp, waarbij hij op de moeilijkheden wijst, die kleine oogbewegingen van de patiënt opleveren. Hij zag tevens: „niet zelden dunne witte draadjes, als bloedvaten zonder bloedstroom”. Na dionine-indruppeling vulden zich enkele met bloed, niet alle. Soms vond hij verbinding met bloedvaten. Zijn interpretatie was, dat ze tot een reserve-bloedvaatsysteem behoorden. In 1944 heeft Loewenstein de perivasculaire heldere banden beschreven, die bij een dunne en oppervlakkige conjunctivale bloeding optreden tijdens de beginnende resorbtie. Deze moeten z.i. als lymphvaten beschouwd worden; ze zijn in normale toestand niet zichtbaar.

Tenslotte Vogt (1930). Wij vinden in het eerste deel van zijn atlas een beschrijving en afbeeldingen van de limbus en het aangrenzende gebied van de conjunctiva bulbi. Lymphvaten vindt hij zelden duidelijk te zien. In zijn afb. 76 zijn enkele getekend, perivasculair gelegen. Vitale kleuring van lymphvaten wordt hier niet vermeld. De palissaden beschrijft hij bij jeugdige personen als op heldere dubbel-gecontoureerde buisjes gelijkend, soms door pigment omgeven. Ook in dit verband spreekt Vogt niet van lymphvaten. Bij de bespreking van de bloedvaten van de limbus vermeldt hij de vaak ledige capillairen, die bij irritatie een langzame bloedstroom gaan vertonen.

Wat de zichtbaarheid van de bloedstroom betreft, merkt hij op, dat deze een discontinuïteit van de bloedzuil tot voorwaarde heeft, hetzij dat in een dun vat de erythrocyten afzonderlijk zichtbaar zijn, hetzij dat de bloedstroom, wat in de kleinste venen ook vaak het geval is, onderbrekingen vertoont.

Aangaande de techniek meent Vogt evenals Rollin (zie pag. 36), dat aan de bruikbare vergroting een bovengrens is gesteld door de storende hoofd- en oogbewegingen, die ook de meest rustige patiënt maakt. Hij gebruikte meestal een vergroting van 24 maal. De belichting koos hij tweeërlei:

- 1°. focale belichting met scherpe afbeelding van een lichtspleet op de te onderzoeken plek gericht,
- 2°. indirect-zijdelingse belichting, waarbij het licht juist daarnaast wordt geprojecteerd, zodat men dan de werking van het licht, dat gelijktijdig van opzij en van achteren de te onderzoeken plaats doorstraalt, kan waarnemen.

Bij dit onderzoek van de voorste bulbusoppervlakte met behulp van de spleetlamp (biomicroscopie) beschreef K. W. Ascher (1941) als eerste de z.g. *aqueous veins*; later ook Goldmann (1946). Wij komen hierop in Deel II terug, evenals op de vraag, of deze reeds door enkele der andere onderzoekers zijn gezien, maar niet gekend.

B. GONIOSCOPIE.

Met deze methode kan men het perifere gebied van de wanden der voorste oogkamer zien, dat op meridionale doorsneden een meer of minder scherpe hoek omsluit.

Zij werd zo genoemd naar *T r a n t a s* (1899), die er in slaagde door het indrukken van de limbus dit gebied met de oogspiegel te zien. *Salzman* (1915) gebruikte als een der eersten een op de cornea geplaatst contactglas. In combinatie met corneamicroscop en spleetlamp kon men de kamerhoek later binoculair (door twee oculairen en door twee objectieven of één objectief), onder goede belichting en met sterke vergroting onderzoeken.

Dat men van dit gebied een goed en gedetailleerd beeld wenste, is begrijpelijk. Het had in het microscopische praeparaat van glaucomateuze ogen belangrijke veranderingen getoond, die men graag in vivo en vooral in hun beginstadia te zien zou krijgen. Ook de meeste intra-oculaire operaties speelden zich nabij dit gebied af. Vooral *Barkan* (1939) heeft de gonioscopie hierbij rechtstreeks benut. En tenslotte was dit voor velen de plaats, waar hoogstwaarschijnlijk een min of meer belangrijke hoeveelheid kamerwater het oog verlaat. Hoogstwaarschijnlijk — omdat men dit proces niet kon zien en er bovendien nog meningsverschil heerste omtrent de inhoud van het kanaal van Schlemm.

Hierover nu kon de gonioscopie opheldering verschaffen.

Aan *Busacca* (1945) ontleen wij de volgende beschrijving van het normale gonioscopische beeld (fig. 7), waarin echter alle elementen niet steeds duidelijk zichtbaar zijn:

Naar de cornea wordt de kamerhoek begrensd door een witte lijn, de voorste grenslijn van *Schwalbe*, die de distale grens vormt van het trabeculum corneosclerale. Daarmee evenwijdig loopt een tweede witte lijn, de sclerale spoor, de proximale grens van het trabeculum. Tussen de sclerale spoor en de iris ligt de voorvlakte van het corpus ciliare als een donkere band. Voor ons is zijn beschrijving van het trabeculum van belang, in het bijzonder het aspect van de proximale helft, die naar buiten grenst aan het kanaal van Schlemm. Vergeleken bij de distale zône, die er grijswit uitziet, is de proximale zône in diffuus licht gezien, vaak grijzer van tint, „*d'un gris transparent et vitré*”.

In de optische doorsnee van de gefocusseerde lichtspleet blijkt zij dan een *optisch-ledige zône* te bevatten: *het kanaal van Schlemm*. Soms is dit beeld afwezig, en is het trabeculum over de gehele breedte gelijk getint, soms ook is de zône van het kanaal van Schlemm gepigmenteerd. (Dit is volgens *Busacca* niet altijd pathologisch.)

Bloed in het kanaal van Schlemm zag *Busacca* in een klein deel der normale ogen. Het bloed vertoonde zich daarbij als een rode streep, onmiddellijk distaal gelegen van de sclerale spoor, van wisselende breedte, echter nooit bij normale ogen de gehele zône van het kanaal innemend.

Ook Trantas en Salzmann vermeldten een smalle rode streep, Trancoso zag soms twee smalle rode lijnen resp. aan de distale en de proximale rand van het kanaal, dat ook hij nooit geheel met bloed gevuld zag.

Bij twintig van vijftig gevallen zagen Bangerter en Goldmann (1941) eveneens een bloedstreep op de plaats van het kanaal, meestal tijdens het onderzoek verdwijnend en weer terugkomend. Ook bij een zelfde patiënt op verschillende tijdstippen soms wel, dan weer niet aanwezig. Door druk op de Venae jugularis konden zij de bloedstreep dan vaak weer te zien krijgen. Een verklaring van deze feiten geven zij niet, al achten zij invloed van het contactglas mogelijk. Busacca, die ook het door Goldmann ontworpen contactglas gebruikt (het bevat een telescoopspiegeltje en moet tijdens het onderzoek worden gedraaid) meent, evenals Sugar, dat druk van het contactglas stellig een rol speelt bij het tot stand komen der bloedstreep. Of stuwing van de episclerale venen dan wel drukschommelingen hierbij een rol spelen, laat hij in het midden. Opgemerkt moet nog worden, dat het plexusachtige karakter, dat het kanaal van Schlemm hier en daar heeft, in het gonioscopische beeld niet zichtbaar is.

Een uitvoerig onderzoek, speciaal de bloedvulling van het kanaal van Schlemm betreffende, publiceerden Kronfeld, Mc. Garry en Smith in 1942.

Bij een deel der proeven verrichtten zij ook zonder contactglas gonioscopie, door de proefpersoon in liggende houding te plaatsen en zoveel physiologische zoutsolutie in de conjunctivale zak te brengen, bij afgetrokken oogleden, dat het oog er door werd bedekt (methode van Minzuo). Dit ter vermindering van het effect van het contactglas, waaraan ook zij invloed toekenden op het ontstaan van de bloedvulling van het kanaal in sommige ogen. Voor de resultaten van hun proeven bleek deze voorzorg van geen betekenis.

Kronfeld c.s. hadden vroeger de indruk gekregen, dat de tensie bij ogen, die een bloedvulling in het kanaal van Schlemm vertoonden, over het algemeen lager was. Zij probeerden daarom (en achtten het verantwoord!) door kunstmatige verlaging van de intra-oculaire druk het verschijnsel van de bloedvulling van het kanaal van Schlemm op te wekken bij 45 ogen, waarin het tevoren ontbrak (ogen met amblyopie, opticus-atrofie e.d.). Dit gelukte hun op twee manieren:

- 1°. Onmiddellijk na een kamerpunctie, waarbij 10 of 20 mm³ werd uitgelaten, konden zij vaststellen, dat zich over $\frac{1}{3}$ of $\frac{2}{3}$ van de breedte van het kanaal een bloedvulling bevond; 10 minuten later was deze verdwenen. Een indruppeling van 10 % neosynephine vooraf bleek het optreden van het verschijnsel niet te remmen.
- 2°. Tijdens de drukverhoging bij de applicatie van het zuignapje van Kukàn, konden zij de kamerhoek in het nu steeds door water bedekte oog blijven waarnemen; het kanaal bevatte daarbij geen bloed, maar liep geheel vol, wanneer

door het ophouden van de compressie een drukdaling intrad. Zij hebben het blijkbaar ook aangedurfd enkele malen deze proef op zeer krachtige wijze te herhalen en zagen daarbij „lekkage”: er kwam na de plotselinge vulling van het kanaal ook enig bloed in de voorste oogkamer.

Wanneer, hetzij spontaan, hetzij geprovoceerd, zich een bloedstreep in het kanaal van Schlemm bevond, zagen K r o n f e l d c.s. deze verdwijnen bij druk op het contactglas, en onmiddellijk na het beëindigen van de druk terugkomen. Hetzelfde gebeurde, wanneer zij, zonder contactglas werkend, met een glazen staafje de druk rechtstreeks op het oog uitoefenden.

Alvorens te verdwijnen, vertoonde de rode streep steeds een ogenblik lichtere plekken, daarna fragmentatie.

K r o n f e l d c.s. konden uiteraard niet zien waar het bloed, dat bij hun proeven meer of minder snel in het kanaal liep, vandaan kwam: uit de collector-venen of uit F r i e d e n w a l d's arterietakjes of uit beide. Zij menen echter stellig gezien te hebben, dat de geringe hoeveelheid bloed, die na een min of meer gewelddadige K u k à n-applicatie of een totale punctie in de voorste kamer lekte, door enkele kleine kanaaltjes uit een kleine „porus” te voorschijn kwam. Zij denken hier aan lange binnenkanaaltjes (zie pag. 16), maar die zouden dan wel zéér ver moeten reiken, hetgeen o.i. waarschijnlijk niet het geval is. Aannemelijker lijkt hun onderstelling, dat na de krachtige drukdaling in de voorste kamer hier en daar een traumatische ruptuur kan optreden van de endotheelwand, die, naar ook zij aannemen, het kanaal van Schlemm en de voorste kamer zonder onderbrekingen scheidt (zie ook pag. 12 en 19). Hierdoor kon dan o.i. het bloed verder door het trabeculum in de voorste kamer worden gezogen, zonder dat men behoeft aan te nemen, dat het een, door het gehéle trabeculum lopend, binnenkanaaltje volgde (waarvan het eind dan geruptureerd was).

C. FOTOGRAFIE.

Met als doel de studie van de kleinere vaten, heeft R u e d e m a n n (1937) de voorste bulbusoppervlakte gefotografeerd met een kleinbeeld-camera (op 35 mm projectiefilm) en bij een belichting van 2 8 v,50 k. draadlampen. Zijn foto's tonen het in de literatuur van vóór 1941 beschreven aspect van de conjunctivale en episclerale vaten, met enkele pathologische veranderingen (capillair-kronkels bij hypertensie, miliaire aneurysmata bij arteriosclerose, bloedinkjes bij diabetes).

De kleinbeeld-camera's zijn bij de fotografie van het voorste deel van het oog, vooral ook van cornea en iris, veelvuldig gebruikt, ook voor kleurenfotografie. B e d e l l (1940) werkte met C o n t a x, B o g a r t (1942) en K a t z i n (1946) met L e i c a, belichting met twee „fotolampen” in reflectoren; I r v i n e (1940) met E x a c t a.

I r v i n e monteerde een Tessar-objectief aan een lange buis (30 cm), die vlak voor het oog geplaatst moest worden en waarmee

een vergroting van vijf maal werd bereikt. Een speciaal flikkerlicht gaf een voldoende belichting met een tijd van $\frac{1}{200}$ seconde. Hij heeft geen foto's gepubliceerd. Dekking (1933) gebruikt een door hemzelf ontworpen camera en belichtingsapparatuur voor kleuren- en infraroodfotografie.

Gartner (1944), die speciaal de voorste bulbussoppervlakte fotografeert, noemt als moeilijkheden, die zich daarbij voordoen: de beperkte tolerantie van de patiënt voor lichtintensiteit, de kromming van het te fotograferen oppervlak en de bewegelijkheid van het object. Zijn belangrijkste zorg was de belichting. Hij koos hiervoor (en kreeg de beschikking over!) een Edgertonbuis, gevuld met xenon, crypton en argon, die bij een voltage van 2000 gedurende $\frac{1}{15000}$ sec. een lichtsterkte geeft van 2 miljoen kaars („Highspeed photography"). Verder liet hij een speciale camera bouwen, die van het object onmiddellijk een 3.5 maal vergroot beeld vormde. De hiermee verkregen foto's (zwart-wit) waren van een dergelijke kwaliteit, dat hun vergroting tot twaalf à achttien maal een vrij goed beeld opleverde. Gartner heeft in zijn methode zoveel vertrouwen, dat hij met fotograferen begint en op geleide van de foto met de spleetlamp gaat kijken. Op aansporing van het fotografische beeld heeft hij zelfs (1946) een verandering aan de spleetlamp aangebracht, waardoor dit gebied in een bredere bundel van intensiever licht kan worden onderzocht. De in 1941 door Ascher beschreven „aqueous veins" zijn op Gartner's foto's zichtbaar. Wij komen hierop in Deel II terug.

Volledigheidshalve zij hier nog vermeld de goniofotografie, door Thorburn het eerste verricht, daarna door Castroviejo (1935) op verbeterde wijze. Met de gonioscoop van Troncoso (een speciale monoculaire microscoop) verkreeg hij een directe vergroting van vijftien maal met een belichtingstijd van $\frac{1}{20}$ sec. Fijnere details zijn hierop echter niet zichtbaar. Het kanaal van Schlemm konden wij, althans op deze foto's, niet zien. Hetzelfde geldt voor de foto van Sugar (1940).

D. PROEVEN MET UITWENDIGE COMPRESSIE.

Wij hebben deze reeds uitvoerig beschreven in het hoofdstuk Physiologische Onderzoekingen (pag. 28). Hier zij nog vermeld, dat zij als klinische onderzoekingsmethode zijn aangewend o.a. door Polak-Van Gelder (1911), Malling (1938) en Thomassen (1946), hoofdzakelijk met betrekking tot de functie van het kanaal van Schlemm.

HOOFDSTUK IV

GLAUROOM EN WATERBEWEGING

Ten aanzien van de oorzaken van *het primaire glaucoom* stellen wij hier drie meningen naast elkaar, de zeer omvangrijke oudere literatuur onbesproken latend.

Magitot (1940): Stoornis van het regulatiemechanisme, van de locale capillaire circulatie en sclerotische veranderingen (eventueel ook in de kamerbocht) zijn de voornaamste oorzaken.

Friedenwald (1940): „Het glaucoom-probleem is in wezen het probleem van de vloeistofbeweging in en uit het oog, welke normaliter beheerst wordt door een regulatiemechanisme”.

Duke-Elder (1945) onderscheidt vier groepen van stoornissen, n.l. in:

- 1°. een centraal regulerend mechanisme;
- 2°. de bloedsomloop;
- 3°. de barrières tussen bloed en kamerwater;
- 4°. het drainagesysteem.

Zij komen in wisselende combinaties voor. De vierde factor is volgens Duke-Elder „vaak slechts een bijkomstige factor; echter lokaal en grof van aard zijnde een, waaromtrent onze kennis nog het meest volledig is”.

Van deze kennis, vooral in het microscopisch praeparaat en het gonioscopisch beeld verkregen, volgt hier een kort overzicht.

a. De kamerbocht.

Troncoso, Barkan (1936), Goldmann (1941) en Sugar (1940) vonden met gonioscopie bij het inflammatoir glaucoom meestal een ondiepe, bij het glaucoma simplex meestal een middelmatig diepe kamerbocht. Na een hevige aanval van inflammatoir glaucoom zagen ze meestal wel enkele perifere synaechieën, verklevingen van de irisbasis met het trabeculum en de cornea. In beginstadia van deze ziekte, na kleinere aanvallen, en bij het glaucoma inflammatorium chronicum was de kamerbocht overal open. Tijdens de aanvallen was de kamerbocht echter wel uitermate ondiep, naar velen aannemen als gevolg van zwelling van het corpus ciliare en wijder worden van de pupil.

Goldmann (1941) kon waarnemen, dat het onzichtbaar worden van de kamerbocht door de voorwaartse verplaatsing van de iris en het wijder worden van de pupil bij lijders aan inflammatoir glaucoom aan de drukstijging vooraf ging. Dat alleen pupil-

verwijding bij iemand, die van nature een ondiepe voorste oogkamer heeft, een glaucoomaanval kan geven, is een bekend feit. De bovengenoemde onderzoekers zijn het er over eens, dat de perifere synaechie een laat verschijnsel is, gevolg en geen oorzaak. Hetzelfde geldt à fortiori voor het glaucoma simplex. Overeenkomstig hiermee vindt men in het microscopische praeparaat de perifere synaechie slechts in voortgeschreden gevallen (die uiteraard in relatief groot aantal onder de microscoop komen) en niet in beginnende.

b. Het trabeculum corneosclerale.

Hiervan wordt sclerose vermeld, soms in het microscopisch praeparaat zichtbaar als sclerose en verdikking van de balkjes (W. M. de Vries, 1907; Verhoeff, 1915), en pigmentophoping. Barkan hecht hier grote waarde aan voor het ontstaan van glaucoma simplex en baseerde hierop zijn operatie, de z.g. goniotomie (1939). Sugar (1940) kon de sclerose gonioscopisch niet vaststellen, wel de pigmentaties. Hij trof deze aan in de helft van 200 ogen met glaucoma-simplex, maar twijfelt er aan, of dit verschijnsel als oorzaak, gevolg of coincidentie moet worden opgevat.

c. Het kanaal van Schlemm.

Friedenwald, die afferente arterietakjes naar dit kanaal zag lopen (pag. 15), vond deze bij enkele gevallen van beginnend glaucoom sclerotisch en meent, dat het door hem onderstelde osmotische proces, dat kamerwater in het kanaal brengt, hierdoor wordt belemmerd.

De spontane bloadvulling van het kanaal van Schlemm, die Goldmann en Bangerter bij normale ogen vrij vaak zagen, bij twintig van de vijftig n.l., was slechts bij twee van de veertig ogen met glaucoma-simplex aanwezig en dan nog zwak. De resultaten der proeven van Kronfeld c.s. komen hiermee overeen: de geprovoceerde bloadvulling van het kanaal door kamerpunctie bleef in de meeste gevallen van glaucoma simplex uit, of was gesegmenteerd of abnormaal zwak. Zij vragen voor dit verschijnsel de aandacht, al kunnen zij niet bepalen, wat hierin het aandeel is van trabeculumsclerose, waardoor het kanaal onzichtbaar zou worden, of van gebrekkige vulling. Of het matgrijze, glasachtige aspect (Busacca), dat het kanaal van Schlemm vaak heeft (hetgeen bij ondoorzichtigheid van het trabeculum zou moeten ontbreken) in hun gevallen vooraf was te zien, vermelden zij niet. Een gebrekkige vulling van het kanaal zou h.i. in overeenstemming kunnen zijn met sclerose van Friedenwald's arteriolae.

Een functieproef van het kanaal van Schlemm en de intrasclerale venen bij glaucoma-simplex zagen o.a. Polak-Van Gelder (1911), Malling (1938) en Thomassen (1946) in het druk-belooop na compressie van de bulbus. Thomassen vond, dat de werking van compressie bij ogen met glaucoma simplex samenhangt met de richting, waarin de drukcurve op dat moment, zich beweegt. Hij verklaart hierdoor ook de uiteenlopende resultaten

van voorafgaande onderzoekers op dit gebied:

- a. Bij constante drukverhoging boven 30 mm Hg gaf compressie met 25 gr. gedurende 2 minuten een sterkere drukdaling dan normaal; was de begindruk echter lager dan 30 mm Hg dan was de daling zwakker dan normaal;
- b. bij stijgende druk bleek de drukdaling altijd gering, en
- c. bij dalende druk (al of niet onder invloed van miotica) was de drukdaling aanzienlijk.

Thomassen meent, dat wanneer de tensiecurve omhoog gaat de daarbij behorende verhoogde druk in de intrasclerale venen het compressie-effect beperkt. Omgekeerd wordt op een punt van de dalende curve de uitstroming van kamerwater in het kanaal van Schlemm en de intrasclerale venen bevorderd doordat de druk hierin dan lager is.

Als diagnosticum voor het glaucoma simplex is deze drukdaling alleen dan van waarde, indien ze zeer gering is of uitblijft.

Tenslotte zij erop gewezen, dat het gunstige effect op de drukverhoging van de glaucoom-operaties, door het scheppen van nieuwe afvoerwegen voor het kamerwater of herstel van de oude verklaard moet worden.

De groep van het z.g. *secundaire glaucoom* omvat vele duidelijke gevallen, die op een stoornis van de afvoer van kamerwater berusten:

- a. Na ontstekingen en verbrandingen bleek glaucoom samen te gaan met anatomisch vast te stellen veranderingen in de kamerbocht, het kanaal van Schlemm en de sclera: infiltratie, littekenvorming en vergroeiing. Teulières en Beauvieux (1930) vermelden behalve gevallen van loogverbranding ook een geval van beschadiging door Röntgenstralen.
- b. Bij het door Vogt beschreven ziektebeeld van glaucoom door exfoliatie van de lenskapel zagen o.a. Barkan, Gradle en Sugar (1940) kapselpartikeltjes tegen het trabeculum liggen.
- c. Sugar vond bij gonioscopie van dertig gevallen van glaucoom na cataract extractie (waarbij de voorste oogkamer zich laat had hersteld, of dialysis chorioidae had bestaan, of irisprolaps was opgetreden), een totale perifere synaechie. Cyclodialyse bleek hierbij succes te hebben, indien deze operatie een zichtbare spleet had opgeleverd tussen iris en trabeculum.
- d. Lensluxatie in de voorste oogkamer, de aanwezigheid van gezwollen lensmassa in de kamerbocht, geven eveneens aanleiding tot glaucomateuze toestanden, waarbij echter ook een abnormale kamerwatersecretie door prikkeling een rol kan spelen. Dit geldt stellig niet voor het glaucoom, dat optreedt bij een cataracta intumescens, welke de iris tegen de cornea aandrukt.

- e. Een bekend voorbeeld van secundair glaucoom, waarbij het kamerwater een rol speelt, is de iris bombans, waarbij een afvoer uit de achterste, zowel als uit de voorste oogkamer is belemmerd en iridectomie prompte verbetering geeft (zie ook het onderzoek van Thomassen, pag. 30).
- f. Bij buphtalmus vindt men in het microscopisch praeparaat deformaties in de kamerbocht.

DEEL II

DE WATERVENEN

HOOFDSTUK V

DE WATERVENEN IN DE LITERATUUR

In Januari 1942 verscheen de eerste publicatie van K. W. Ascher uit Cincinnati, betreffende „*Aqueous Veins*”, *watervenen*. Dit zijn kleine venen van de episclerale of conjunctivale plexus, die een helder vocht bevatten. Ascher, die ze met behulp van de spleetlamp ontdekte en nu gedurende vijf jaren heeft bestudeerd (zijn laatste publicatie verscheen in November 1946), is de opvatting toegedaan, dat de heldere inhoud van deze venen kamerwater is, waarvan men hier de veelomstreden afvoer kan gadeslaan.

Later verscheen ook van Goldmann (1946) een publicatie, waarin hij deze watervenen (onkundig van Ascher's ontdekking) beschreef.

Gartner (1944) heeft in een artikel over de fotografie van de voorste bulbusoppervlakte ook aan Ascher's mededelingen aandacht gewijd. Ook Sugar, in een artikel over gonioscopie, deelt mede, de watervenen te hebben gezien. In zijn laatste artikel vermeldt Ascher nog enkele persoonlijke mededelingen van Kronfeld, Rohner en F. P. Fischer als reactie op zijn voorafgaande publicaties.

Tenslotte vermeldt Magitot (1946) de watervenen als „*veines aqueuses d'Ascher*”.

Meer literatuur bestaat er over de watervenen niet. Bij dieren werden zij nog niet waargenomen.

Aan Ascher's publicaties ontleen wij het volgende:

Onder „*aqueous veins*” of *watervenen* verstaat hij „*in de conjunctiva of episclera gelegen banen van bloedvaatachtig uiterlijk, die een heldere kleurloze vloeistof bevatten of wel verdund bloed*”.

Een dergelijke watervene komt meestal nabij de limbus te voorschijn, soms duidelijk uit een emissarium (bij A, zie fig. 8a) en verenigt zich na korter of langer verloop met een bloedbevattende vene (CB) (voortaan als vene vermeld), die Ascher „*recipient vessel*” noemt. Stroomafwaarts blijft de inhoud van de watervene in het gemeenschappelijk lumen een eindweegs van het bloed gescheiden verlopen (BE). Een „*recipient vessel*” verenigt zich meestal spoedig met een tweede vene (DE), waarna de gescheiden

stroming zich voorzet (EF). Hij noemt deze dan „stratified vessels”, waarbij in het eerste geval het bloedvat twee lagen, in het tweede geval drie lagen vertoont. Ook meerdere lagen zijn door samenstroming wel zichtbaar.

De benaming water *vene* is o.i. juist, aangezien communicatie met de episclerale venen gebleken is.

Tegen de naam „recipient vessel” voor de ontmoetende vene hebben wij enig bezwaar, aangezien men met evenveel, vaak zelfs met meer recht kan zeggen, dat omgekeerd de watervene een vene opneemt. — Wij voelen meer voor de benaming van Goldman: vene met zichtbare laminaire verdeling.

Met „*laminaire stroming*” wordt in de hydrodynamica het verschijnsel aangeduid, dat de vloeistofstroom in een buis uit talrijke onzichtbare kolommen bestaat, die met verschillende snelheid stromen, langs de wanden het langzaamst, axiaal het snelst. Met laminaire verdeling van het venelumen bedoelen wij voortaan de zichtbare verdeling van het lumen in verschillende lagen of kolommen. De vene zelf zullen wij als *laminaire vene* vermelden.

Ascher herkende de watervenen aan een bleke kleur in tegenstelling tot de rode bloedvaten en aan hun deel in de laminaire venen. Bij de oorsprong van een laminaire vene kon hij steeds de aanwezigheid van een watervene vaststellen. In zijn meest proximale verloop vertoont de watervene vaak een U- of halfcirkelvormige bocht, soms komt ze met tamelijk rechtlijnig verloop uit een emissarium. De lengte van de watervenen varieert van een fractie van een millimeter tot ruim 1 cm; hun wijdte schat Ascher tussen $\frac{1}{100}$ en $\frac{1}{10}$ mm (de maten van de gelijkvormige venen, die hij aan Leber ontleent). De wanden van de watervenen heeft Ascher niet kunnen zien.

Slechts bij een deel der willekeurig uitgezochte personen (waartoe geen patiënten met roodheid behoorden), vond Ascher met de spleetlamp watervenen, n.l. bij 97 van 295 patiënten, d.i. ongeveer 1 op 4 (1942).

Later vond hij ze iets vaker, ongeveer bij 1 op 3 patiënten. De overigen hadden noch watervenen noch laminaire venen. In eind 1945 begin 1946 zocht Ascher de laminaire venen op met de loupe van Berger en focale belichting, bij 400 patiënten met „bleke” ogen; hij vond ze in een fractie van 1 op 7.

Hij trof de watervenen meestal aan tussen 1 en 5 uur en tussen 7 en 11 uur; slechts bij uitzondering tussen 11 en 1 uur, en tussen 5 en 7 uur. (Plaatsbepaling overeenkomstig de cijfers van het uurwerk.)

De localisatie vond hij meestal in beide ogen symmetrisch. Naaste bloedverwanten vertoonden soms gelijkvormige watervenen van gelijke localisatie. Geslacht en leeftijd speelden geen rol.

De watervenen zijn constant: ze waren bij herhaald onderzoek steeds op dezelfde plaats terug te vinden, ook na maanden.

A s c h e r bracht met behulp van een kleine met watten omhulde applicator bij een aantal patiënten een *blokkering* tot stand, even distaal van de samenvloeiing van een vene met een watervene (bij P in fig. 8).

Er konden dan twee dingen gebeuren:

- 1°. of het bloed van de vene drong in de watervene (van B naar A, zie fig. 8b);
- 2°. of het bloed maakte plaats voor de heldere inhoud, die uit de watervene in de vene stroomde (van B naar C, zie fig. 8c).

In het eerste geval werden dus de laminaire vene en beide toevoerende venen met bloed gevuld, in het laatste geval met water. Dit complex kreeg dan een aspect als van „glazen staafjes, in porcelein gesmolten”.

Hiernaar noemde A s c h e r het laatste verschijnsel: *positief „glass-rod” phenomeen*, de vulling van de watervene met bloed *negatief „glass-rod” phenomeen*.

Na het wegnemen van de applicator herstelde zich de oude toestand.

Bij normale ogen vertoonden de watervenen ongeveer één maal een positief tegen twee maal een negatief phenomeen.

Hij is van mening, dat het verschil, dat tijdens de blokkering tussen de druk in watervene en vene ontstaat, de uitslag van deze strijd tussen het water en bloed bepaalt. Bij normale ogen is dit afhankelijk van de anastomosen, waarover beide naar distaal samenvloeiende vaten proximaal beschikken. M. a. w. van gepraeformeerde anatomische en hydrodynamische factoren.

Uit de positieve proeven blijkt, dat het heldere vat niet ledig is: een heldere vloeistof mengt zich in het laminaire vat wervelend met bloed, verdringt dit ook uit de bloedbevattende vene. Vaak geschiedt dit snel en met blijkbaar grote kracht. Soms blijft in de vene een pulserend grensvlak tussen bloed en de heldere inhoud bestaan, hetgeen ook bij de negatieve proeven in de watervene het geval kan zijn.

Spontane pulsaties zag A s c h e r bij ongeveer $\frac{1}{30}$ van zijn patiënten:

- 1°. ongeveer synchroon met de radialis-polsslag zag hij soms het scheidingsvlak tussen bloed en water pulseren in de richting van de bloedkolom;
- 2°. op het ontmoetingspunt van een watervene met een vene liet de watervene soms alleen tussen twee radialis-polsslagen het bloed in haar lumen toe.

Dat de heldere inhoud van de watervenen werkelijk *water is en geen plasma*, kon A s c h e r niet bewijzen. Hij meent echter, dat vooral de kenmerken van het glassrod-phenomeen en de pulsaties zouden ontbreken, wanneer na passage van het bloed door nauwe intrasclerale vaten het plasma van de erythrocyten was gescheiden, zoals in de milt gebeurt (p. 52).

Aannemend, dat de watervenen dus inderdaad water bevatten,

komt hij, gezien het bekende feit, dat het kanaal van Schlemm met de episclerale venen communiceert, tot de voor de hand liggende conclusie, dat dit kamerwater moet zijn.

Het kamerwater passeert volgens *Ascher geheel overeenkomstig Leber's hypothese het kanaal van Schlemm in een voortdurende stroom naar de episclera*. Deze stroom is het, die in vele gevallen *zichbaar* wordt in een of meer watervenen. Na aanvankelijk laminair verloop, samen met het bloed van een der episclerale venen, mengt het er zich stroomafwaarts mee tot verdund bloed.

Venen met verdund bloed zag *Ascher* ook rechtstreeks uit de sclera komen; blijkbaar trad hier reeds in de intrasclerale plexus de vermenging op.

Bij de patiënten ($\frac{3}{4}$ à $\frac{2}{3}$) waarbij *Ascher* geen watervenen vond, neemt hij aan, dat de anatomische verhoudingen in de intrasclerale plexus en in de verbindingen daarvan met het kanaal van Schlemm een intensieve vermenging van kamerwater en bloed bevorderen. Hij refereert zich hierbij aan *Maggiore* en aan *Dvoràk-Theobald* (p. 13 en 14), die deze communicaties („collectorvenen”) als van zeer verschillende grootte beschrijft. Een grote watervene (van $\frac{1}{10}$ mm diameter b.v.) zou z.i. moeten communiceren met een wijde collector en intrascleraal weinig deel aan de plexusvorming moeten hebben.

Uit de waarden van de snelheid van de episclerale bloedstroom, door *Zeller* op gemiddeld 1,5 mm/p. s. bepaald en de geschatte diameter van de venen, berekende *Ascher*, dat één episclerale of conjunctivale watervene al naar gelang stroomsnelheid en afmeting tussen 0.000824 en 0.8477 mm³ water per minuut vervoert.

De totale afvoer echter van kamerwater uit het kanaal van Schlemm onttrekt zich, volgens *Ascher*, aan onze waarneming, wegens de reeds genoemde intrasclerale vermenging van het kamerwater met bloed.

Van de collector-venen, die het kanaalwater in eerste instantie vervoeren, is de totale doorsnede onbekend. *Dvoràk-Theobald* gaf wel de grens aan, waarbinnen hun afmetingen variëren, maar niet de afmetingen van elke collector afzonderlijk (p. 15).

Ascher meent, dat men door een — uiteraard onnauwkeurige — schatting kan komen op een waarde van enkele mm³ per seconde voor de afvoer van kamerwater via het kanaal van Schlemm, hetgeen met de resultaten van andere onderzoekers wel overeenkomt. Reeds enkele grote watervenen zouden deze hoeveelheid kunnen afvoeren.

Het *glassrod-phenomeen* (p. 49) is door *Ascher* zeer uitvoerig bestudeerd.

Bij herhaling van het onderzoek naar dit verschijnsel bij dezelfde personen is *Ascher* tot de overtuiging gekomen, dat dit in het gezonde oog een voor iedere individuele vene constant verschijnsel

is. Physische en pharmacologische invloeden geven slechts een voorbijgaande verandering. De leeftijd is volgens A s c h e r van belang, was gemiddeld hoger bij een groep van twaalf positieve gevallen. Wij menen, dat zijn cijfers te klein zijn en het gemiddelde leeftijdsverschillen van drie jaren te gering is, om deze conclusie te trekken.

Hetzelfde bezwaar van het geringe aantal geldt o.i. voor enkele andere conclusies, n.l.

- 1°. dat het phenomeen bij hypermetropie vaker negatief is dan bij myopie, al zijn de verschillen hier wat sprekender, en
- 2°. dat temporaal gelegen watervenen vaker een positieve uitslag geven van het phenomeen dan de nasaal gelegene.

Het glassrod-phenomeen heeft A s c h e r eveneens nagegaan bij 19 lijders aan *glaucoma simplex*. Bij allen viel het *negatief* uit.

Enige patiënten met een eenzijdige aandoening, waarbij dus op het glaucomateuze oog het phenomeen negatief was, vertoonden een positief phenomeen in de symmetrische vene van het gezonde oog.

Indien door pilocarpine de intra-oculaire druk belangrijk daalde, zag hij het phenomeen bij een achttal patiënten positief worden. Ook na een succesvolle operatie bleek dit enkele malen het geval.

Hoewel het aantal der onderzochte glaucomapatiënten wat klein is, waagt A s c h e r zich toch aan enkele conclusies en onderstellingen. Een vergelijking van de cijfers voor deze groep met die van een groep normale ogen, evenals (in de gevallen van eenzijdig glaucoom) van het glaucomateuze oog met het gezonde, doet hem concluderen, *dat het positieve glassrod-phenomeen tijdens de ontwikkeling van het glaucoma simplex negatief wordt.*

Hij acht hiervoor twee oorzaken, wellicht gecombineerd, mogelijk:

- 1°. Wegens hun schuine dóórtreding worden de venae vorticosae door de verhoogde intra-oculaire druk gecomprimeerd. Uit hun drainagegebied verlaat dan een deel van het bloed het oog, via anastomosen in het corpus ciliare en de sclerale plexussen door de voorste ciliaire venen. Dit laatste stroomgebied komt dan onder hoge druk te staan, hetgeen de instroming van bloed in een watervene bevordert.
- 2°. Er ontstaat een relatief lagere druk in de watervenen door stenose van de verbindingsvenen (collector-venen) van het kanaal van Schlemm met de diepe sclerale plexus. Dat bij gonioscopie en bij de proeven van K r o n f e l d c.s. een bloedvulling van dit kanaal achterwege blijft, acht hij hiermee in overeenstemming (p. 39).

Van de volgende *physiologische factoren* heeft A s c h e r de invloed nagegaan op de verhouding tussen de hoeveelheid water en bloed in laminaire venen.

- 1°. De lidslag en het willekeurige sluiten van het oog veroorzaken meestal vermindering van de hoeveelheid water, z.i. door druk op de venen. Actieve opening van de lidspleet en

- retractie van de leden veroorzaken toename van de hoeveelheid water.
- 2°. Duisternis vermindert de waterhoeveelheid, helder licht vermeerderd deze.
 - 3°. Een klein aantal jongere patiënten vertoonde, na 20 à 40 minuten geacomodeerd te hebben, een vermeerderde hoeveelheid bloed in de laminaire venen. (Rationeler leek het ons, het watergehalte *tijdens* een kortdurende accommodatie te observeren.
 - 4°. Hypertonische zoutsolutie vermindert de waterhoeveelheid.

Ook onderzocht hij de invloed van *medicamenten*:

- 1°. Zowel 2 % nitras pilocarpini, als 0,25 tot 1 % salicylas eserini gaven eerst een kortdurende vermindering, daarna een vermeerdering van de waterhoeveelheid gedurende 1 à 2 uur. Bovendien was soms een toename van de stroomsnelheid te zien en een uitbreiding van de waterstroom tot venen die tevoren een bloedstroom bezaten. In enkele gevallen maakte een negatief glassrod-phenomeen plaats voor een positieve uitslag. Enkele oppervlakkige watervenen vertoonden dilatatie. Al deze verschijnselen wijzen op een toename van de zichtbare kamerwaterafvoer uit het gezonde oog door pilocarpine en eserine.
- 2°. Sulfas homatropini 2 % deed het watergehalte afnemen, gedurende $\frac{1}{2}$ à 3 uur.
- 3°. Enkele druppels mur. adrenalini $\frac{1}{1000}$ veroorzaakten een aanzienlijke vermeerdering van het watergehalte, reeds na enkele seconden beginnend en 1 à $1\frac{1}{2}$ uur durend. Op de uitslag van het glassrod-phenomeen was het van geen invloed.
- 4°. Hydrochloras cocaini 3 % vermeerderde het watergehalte.
- 5°. Pantocaïne 0.5 % daarentegen verminderde het watergehalte.
- 6°. Met dionine 2 % werd de inhoud van de oorspronkelijke watervene geheel door bloed vervangen.

Terecht merkt A s c h e r op, dat de werking van de meeste dier medicamenten een complexe moet zijn, resultante o.a. van tractie aan de sclerale spoor, werkingen op permeabiliteit, vaatwijdte, locale vaatdruk.

Eserine en pilocarpine, die geen ischaemie veroorzaken, schijnen de absolute hoeveelheid doorstromend water te vermeerderen.

Cocaïne en adrenaline geven o.a. ischaemie en vermeerderen hierdoor relatief de waterhoeveelheid in de watervenen. Pantocaïne en dionine werken hyperaemiserend.

In dit verband zij nog vermeld, dat z.i. ook de hyperaemie bij ontstekingen en irritatie van de conjunctiva en van het voor-segment de watervenen onzichtbaar maakt.

Tenslotte heeft A s c h e r zich afgevraagd, of reeds elders aan water- en laminaire venen analoge verschijnselen bekend waren.

In de zoogdiermilt nu heeft Knisely (1936) eveneens laminaire stromingen waargenomen van plasma- naast erythrocyten-

kolommen, meer een fysisch dan een fysiologisch analoon dus, naar A s c h e r's opvatting.

Hetzelfde geldt voor de stratificatie met verschillend erythrocyten-gehalte in arteriën en venen (T h o m a 1927, en J a e g e r 1935).

E b b e c k e en J a e g e r (1933) zagen tevens bij kikkers een intermitterende instroming van *lymphe* uit het lymfhehart in de vena iliaca transversa, hetgeen wel als het *enige fysiologische analoon* is op te vatten.

Wat de *cerebrospinale vloeistof* betreft, herinnert A s c h e r aan de onderzoekingen van L a u b e r (1901), die 2.5 miljoen erythrocyten per mm³ telde in het bloed van de sinus sagittalis tegen 3.5 miljoen in het perifere bloed. Hij stelt de watervenen met de intracranieële veneuze sinussen op één lijn. De laatste vergelijking lijkt ons slechts ten dele juist, daar de sinussen waarschijnlijk van liquor en bloed een mengsel bevatten en geen afzonderlijke stromen.

Terwijl men ze als delen van één systeem moeilijk analoog kan noemen, ziet A s c h e r in de bloedstreep in het proximale deel van het kanaal van Schlemm, die bij gonioscopie door velen is gezien (p. 38) een gelijksoortig verschijnsel als in de laminaire venen is waar te nemen. Hij meent, evenals S u g a r (1946), dat de bloedvulling voor een deel toe te schrijven is aan bemoeilijking van de afvoer door de rand van het contactglas (een z.g. negatief glassrod-phenomeen doet z.i. wellicht ook bloed tot in het kanaal van Schlemm terugstromen).

A s c h e r illustreerde zijn publicaties met een aantal duidelijke halfschematische figuren.

G o l d m a n n (1946) vond de water- en laminaire venen bij 75 % der onderzochte personen — zonder opgave van hun aantal — minstens aan één der ogen, en schatte hun diameter tussen $\frac{1}{10}$ en $\frac{1}{20}$ mm.

Na indruppeling van adrenaline en tijdens druk op de oogbol zag hij de waterkolom breder worden. Van deze proef maakte hij gebruik om in twijfelachtige gevallen (twee afzonderlijke evenwijdige vaten, fijne vaten met erythrocyten-arme randzone) uit te maken, of hij met een laminair vat te doen had. Ook verscheen bij druk een heldere waterkolom in venen, waarin tevoren verdund (lichtrood) bloed stroomde. Deze venen meegerekend kan men volgens G o l d m a n n bijna bij ieder de watervenen aantreffen.

Hij vond bovendien bijna altijd pulsaties en concludeert hieruit, dat de weerstand van het filterwerk in de kamerbocht gering moet zijn, evenals het drukverval van de voorste kamer naar het kanaal van Schlemm. Met enige fraaie schetsen van water- en laminaire venen is G o l d m a n n's artikel geïllustreerd.

Terwijl A s c h e r de aanwezigheid van kamerwater in de watervenen aannemelijk wist te maken, is G o l d m a n n er later

o.i. in geslaagd, dit te bewijzen, en wel met twee voor de hand liggende experimenten:

- 1°. Een oog met sarcoma uveae vertoonde een watervene. Goldmann verving vóór de enucleatie een deel van het kamerwater door verdunde Indische inkt (met een fijne canule). De inkt verscheen daarna in de watervene. Door de lichte hypotonie, die het oog bij de proef vertoonde, verklaart hij, dat de inkt vervolgens in de watervene stagneerde en de overige episclerale venen rood gekleurd bleven. Geheel physiologisch was het experiment dus niet, afgezien nog van andere bezwaren, die men er tegen zou kunnen aanvoeren.
- 2°. Bij personen, die duidelijk zichtbare en vrij lange watervenen bezaten (hetgeen volgens Goldmann nogal zeldzaam is) heeft hij intraveneus fluoresceïne ingespoten en de watervene en laminaire vene gadeslagen met de spleetlamp en het ultraviolet-filter. Vijf minuten na inspuiting van 2 tot 9 cc van een 10 % oplossing was in de bloedvaten het fluoresceïne duidelijk te zien. De watervene vertoonde er geen spoor van. In de laminaire vene diffundeerde het spoedig over de gehele breedte. Aangezien op dat tijdstip (korte tijd daarna kleurt zich ook het kamerwater) het kleurloze van de inhoud kenmerkend is voor het kamerwater en de fluoresceïnekleuring kenmerkend voor het bloed en het plasma, kon hij concluderen, dat de watervene kamerwater bevat.

Gartner (1944, zie ook p. 41) vond de watervenen in 20 % van zijn gevallen voornamelijk tussen 1—5 en 7—11 uur gelegen. De laminaire stroming brengt hij in verband met het verschil in soortelijk gewicht en viscositeit tussen het kamerwater en het veneuze bloed. Evenals later ook Ascher zelf, wijst hij op de wenselijkheid, grote watervenen bij operaties te sparen. Zijn artikel is het eerste en tot nu toe het enige, waarin van de laminaire venen foto's zijn gepubliceerd. De stratificatie is er goed op te zien. De watervenen zelf zijn niet zichtbaar.

Wij moeten ten slotte nog enkele vroegere publicaties vermelden, waarvan achteraf overwogen moet worden, of de vondst van een laminaire stroming of watervene toen reeds is gedaan.

Allereerst herinneren wij aan de proef van Seidel (1923, VIII mededeling p. 167), waarin hij in een episclerale vene een axiale stroom van Indische inkt waarnam.

Van de vaten, die Ascher in 1924 beschreef (p. 36), kunnen wij niet aannemen, dat dit watervenen zijn geweest, aangezien hij zelf uitdrukkelijk vermeldt, dat zij geen verbindingen met de bloedvaten hadden.

Loewenstein's beschrijving (1940, p. 37) van kleurloze vaten, die wèl met het bloedvaatsysteem samenhangen, maakt het aannemelijk, dat hij de watervenen heeft gezien, maar niet heeft begrepen. Uit de bijgaande tekening valt dit echter niet op te maken.

In de afgedrukte tekening van Graves (fig. 6), vinden wij weliswaar twee parallele lijntjes N en O, maar hun verloop is o.i. tekort om ze als laminaire vene te duiden.

Graves' mededeling betreffende vaak geziene parallele venen (geciteerd op p. 36) doet echter vermoeden, dat hij op andere plaatsen wèl de laminaire venen heeft gezien, maar het beeld niet juist heeft geïnterpreteerd.

HOOFDSTUK VI

ONDERZOEK

a. Het *terrein* van ons onderzoek vormden de conjunctiva bulbi en de episclera, vanaf de limbus tot voorbij de inserties van de rechte oogspieren ongeveer. Het werd toegankelijk gemaakt door de te onderzoeken persoon (in het vervolg patiënt genoemd) te verzoeken het oog naar verschillende standen te bewegen en in deze standen een tijdlang stil te houden. Bij de omhoog- en omlaaggerichte standen moest soms resp. het onderste en het bovenste ooglid met de vinger een weinig van het oog worden afgetrokken.

Het *object* was de veneuze circulatie in dit gebied.

Ons *doel* was voornamelijk, vast te stellen, in welke mate de door A s c h e r gevonden watervenen bij normale ogen zichtbaar en hoe zij gelocaliseerd waren. Tevens werd met een aantal proeven de wijziging van hun circulatie nagegaan onder verschillende invloeden. Tenslotte trachtten wij ze in tekeningen en foto's vast te leggen.

b. *Onze techniek* was betrekkelijk eenvoudig:

1. Voor het onderzoek, dat in de donkere kamer geschiedde, werden gebruikt een *spleetlamp* (volgens G u l l s t r a n d) van Haag-Streit (op de Universiteits polikliniek voor Oog-ziekten) en een gelijksoortig toestel van Zeiss (in de eigen onderzoekkamer).

Met de van deze apparaten een onderdeel vormende *binoculaire hoornvlies-microscoop* konden verschillende vergrotingen worden bereikt.

Als regel werd met een oriënterend onderzoek begonnen bij de zwakste vergroting (I).

Voor het toestel van Haag-Streit was deze 9,6.

Voor het toestel van Zeiss 10,2.

Vervolgens werd de vergroting (II) 19,8 resp. 19,2 gebruikt en tenslotte nog

in enkele gevallen de vergroting (III) 39,6 resp. 38,4.

Als lichtbron werd gebruik gemaakt van een Nernst-lamp, waarvoor diafragma's met verschillende openingen en getinte glazen konden worden geplaatst door middel van een draai-

bare schijf. De intensiteit kon bovendien nog met een tweede spleetvormig diafragma worden geregeld. De zo verkregen lichtbundel kon door een condensorlens gefocuseerd worden. De belichting geschiedde voor het oriënterend onderzoek met een pl.m. 3 mm brede en pl.m. 10 mm hoge lichtbundel van geringe intensiteit.

Voor het onderzoek met de vergotingen II en III werd een smallere en sterkere lichtbundel gebruikt. Tenslotte (verg. III) ook een van geringe breedte (pl.m. $\frac{1}{40}$ mm; z.g. smalle spleetbundel) en dan van zo groot mogelijke intensiteit. Overigens bleek het voor patiënt en onderzoeker aangenaam om de lichtintensiteit niet al te sterk te kiezen.

Overeenkomstig de bouw van de spleetlamp werd de patiënt in zittende houding onderzocht, de kin en het voorhoofd gefixeerd door de hiervoor bestemde steun en beugel.

Terwijl de patiënt de gewenste blikstanden innam, werd het te onderzoeken terrein door verplaatsing van de hoornvlies-microscoop, gecoördineerd met verplaatsing van de lichtbron (bij het toestel van Haag-Streit geschiedt dit automatisch), afgezocht.

Het onderzoek betrof steeds beide ogen. Bij de meeste patiënten werd dit eenmaal verricht, bij een aantal patiënten werd het na drie tot zes maanden herhaald.

Een aantal metingen werden verricht met Zeiss' meet-oculair. Een aantal proeven over de invloed van blokkering van enkele venen geschiedde met een eenvoudig glasstaafje.

Voor enkele proeven over de invloed van uitwendige druk op de bulbus gebruikten wij de dynamometer van Müller (een nieuw exemplaar), waarbij de druk door een veer met schaalverdeling werd uitgeoefend en uit een door ijking verkregen tabel kon worden afgelezen.

2. De notering van de bevindingen geschiedde op zijn minst door een eenvoudig schetsje na afloop, zo mogelijk echter door een natuurgetrouwe *tekening* tijdens het onderzoek, ongeveer ter grootte van het met vergroting II waargenomen beeld. Hierin werden arteriën, venen en watervenen in verschillende kleuren getekend, ten einde verwarring te voorkomen.
3. Van een deel der patiënten werden *foto's* vervaardigd na het onderzoek met de spleetlamp. Wij hadden hiervoor de beschikking over een apparaat voor kleinbeeld-fotografie, afkomstig van de firma Zeiss, bestaande uit een „Contax”-camera met een 5 cm „Sonnar” objectief en een „Panflex”-aanzetstuk, aan welks uiteinde zich een zoek-oculair bevond. Het geheel was op een statief geplaatst, dat in verticale richting verstelbaar was en op een horizontale kruistafel was gemonteerd. Hieraan was ook een kinsteun en voorhoofdbeugel voor de patiënt bevestigd. Als lichtbron fungeerde een z.g. hamerlamp, die onder een hoek van 45° onmiddellijk naast de

camera was bevestigd en verstelbaar was, zodat reflexen konden worden vermeden. (Afst. objectief-cornea 7 cm.)

Bij het instellen werd de patiënt verzocht het oog in de gewenste stand te brengen, en gaven wij met behulp van een weerstand aanvankelijk een zwakke belichting. Een scherpe instelling werd vergemakkelijkt, doordat het zoek-oculair een kruisdraad bevatte met aan weerszijden daarvan een strook helder glas. Van het te fotograferen gebied moest een bepaald punt worden uitgezocht en zó in het middelpunt van het oculair worden geplaatst, dat de viseerlijn het oppervlak van het oog ongeveer loodrecht sneed.

Voor een snelle oriëntering in het beeld van de zoeker bleken de tevoren gemaakte tekeningen van veel nut.

Een uiterst scherpe instelling was temeer noodzakelijk, aangezien wij met een diafragma van 5,6 moesten werken.

Om van het gebogen oppervlak van de voorste bulbushelft een scherp beeld te krijgen, was op zich zelf een nauw diafragma een eerste eis. Daarbij zou dan een bepaalde lichtsterkte en belichtingstijd behoren.

Met onze apparatuur, waarbij de sterkte van de lamp vóór het nemen van de foto op het maximum moest worden gebracht en de patiënt gedurende enkele seconden dit licht moest verdragen (verifiëren van de instelling was hierna nog wenselijk) achtten wij ons echter aan deze belichting gebonden.

Verder bleek het ook ons (p. 41), dat het oog nooit geheel onbewegelijk gehouden kan worden en dat zelfs bij zeer rustige patiënten de belichtingstijd de duur van $\frac{1}{5}$ seconde niet kon overschrijden, omdat anders de foto's onscherp werden door de geringe bewegingen van het object.

Aan de zich bij deze fotografie voordoende tegengestelde eisen: een zo nauw mogelijk diafragma, zo weinig mogelijk licht in het patiënten oog, en zo kort mogelijke belichting, werd daarom als volgt tegemoet gekomen:

Kortdurende instelling bij de definitieve belichting; diafragma opening 5,6; belichtingstijd $\frac{1}{5}$ sec.

Wij gebruikten een Agfa-Isochroom-film en fijnkorrel-ontwikkelaar.

De directe vergroting van de camera bedroeg 1.9.

Afdrukken werden gemaakt 6,5 x en 12 x vergroot.

c. De patiënten.

Een algemene voorwaarde voor het onderzoek was, dat de patiënt in staat moest zijn, de houding voor de spleetlamp met enige onderbrekingen vol te houden zo lang het nodig was. Aangezien de duur van het onderzoek met inbegrip van tekening en foto soms pl.m. één uur bedroeg, konden een aantal mensen aan deze voorwaarde niet voldoen. Soms was deze ongeschiktheid zonder meer duidelijk, soms bleek ons dit kort na het begin van het onderzoek.

Spoedige algemene vermoeibaarheid, zenuwachtigheid, tremor,

stijfheid van de wervelkolom, grove nystagmus, onbekwaamheid om ruime blikbewegingen te maken, lichtschuwheid en tranen deden ons afzien van het onderzoek van de betreffende patiënten.

1. Een aantal van 115 willekeurige, in de polikliniek en spreekkamer uitgezochte, patiënten werden onderzocht op de aanwezigheid van watervenen. Hiervan waren echter uitgesloten patiënten die slechts één oog bezaten, patiënten lijdend aan één- of dubbelzijdige ontsteking van het voorste deel van het oog (conjunctivitis, keratitis, iritis) en aan glaucoom. Een deel hunner kwam wegens een refractie-anomalie bij ons. Hiertoe behoorden 7 met hypermetropie van meer dan 3 dioptrieën en 4 met myopie van meer dan 5 dioptrieën. Sommigen hadden wel vroeger een oogaandoening door- gemaakt. Behalve gevallen van conjunctivitis en corpus alien. cornea, behoorden hiertoe 3 met keratitis superficialis, 2 met keratitis parenchymatosa, 5 met iridocyclitis. Zij vertoonden op het tijdstip van onderzoek generlei tekenen van actieve ontsteking meer.

Onderstaande tabel geeft een verdeling naar leeftijd en geslacht:

Leeftijd	M.	Vr.	Totaal
12—20	9	5	14
20—40	31	14	45
40—60	26	13	39
Boven 60	10	7	17
Totaal	76	39	115

2. Tevens konden wij onderzoeken een kleine groep van 6 patiënten lijdende aan glaucoma simplex, t.w. 4 mannen en 2 vrouwen tussen de 62 en 74 jaar.

HOOFDSTUK VII

RESULTATEN

Iedere patiënt werd eerst aan het gewone routine-onderzoek onderworpen, waarbij ook een vluchtige inspectie van de conjunctiva bulbi en episclera plaats vond. Vervolgens begon het onderzoek met de spleetlamp. Met de vergroting I oriënteerden wij ons over de ligging en het verloop van de venen van de conjunctivale en episclerale plexus en van de voorste ciliaire arteriën.

Daarbij werden tevens enkele bijkomstigheden opgemerkt. Hieronder vielen enkele gevallen van een klein haemangioma racemosum van de conjunctiva. Verder de aanwezigheid van zeer kleine conjunctivale bloedingen, die vooral nabij de limbus frequent bleken.

Voor het onderzoek zelf was de mate van *doorschijnendheid van het subconjunctivale weefsel* van veel belang, aangezien de zichtbaarheid van de episclerale plexus hiermee gemoeid was. De circumscribede pingueculae en hyaline-degeneraties in de lidspleet van bejaarde mensen waren meestal door vrij helder weefsel omgeven en leverden geen belangrijke moeilijkheden op.

Wel bleek dit het geval met de diffuse opaciteit van het subconjunctivale weefsel. Wij vonden, evenals Gardiner (p. 36), dat deze in de verschillende arealen niet gelijk is (onder en boven leek ons de opaciteit meestal het sterkst). Verder, dat zij bij jonge mensen doorgaans aanzienlijk, bij ouderen geringer en op hoge leeftijd veelal afwezig is. In de leeftijd van pl.m. 30 jaar meenden wij sterke individuele variaties waar te nemen. De bezitter van een ondoorzichtige subconjunctiva had dan vaak een wat bleke en dikke gelaatshuid.

Wij noteerden tien maal, dat een deel van het episclerale vaatnet door deze opaciteit niet voldoende in zijn geheel zichtbaar was.

Rondom de vaten van de conjunctivale plexus zagen wij met de smalle spleetbundel een optisch lege zône, meestal iets minder dik dan het vat zelf. Deze ruimte communiceerde o.i. niet met die in het bloedvat. Enkele keren zagen wij op dezelfde wijze aan de oppervlakte van de conjunctiva ook zonder aanwezigheid van een bloedvat een optisch lege ruimte. Wij vermoeden, dat dit lymphvaten zijn (p. 18), doch konden hen op andere wijze niet zichtbaar maken (over het door Knüsel gebruikte brillant-kresyblauw konden wij niet tijdig beschikken).

Voor de morphologie van de conjunctivale en episclerale bloed-

bevattende vaten zij naar het literatuuroverzicht van Deel I verwezen (p. 34). Wij kunnen de beschrijving van Van Woerden, Heerfordt, Koeppe en Graves bevestigen, maar zullen op enkele détails nog terugkomen.

A. DE LAMINAIRE VENE EN DE WATERVENE

1. *De laminaire vene:*

Deze doet zich op het eerste gezicht voor als een paar dunne rode lijnen, welke zuiver parallel verlopen en gescheiden worden door een heldere streep, soms even breed, soms minder breed, vaak ook breder dan de rode lijnen zelf (zie fig. 9).

Zowel in het niveau van de episclerale als van de conjunctivale plexus treffen wij deze formatie aan.

Men kan zich afvragen, of dit een bloedvat is met een reflex. Bij nader bezien echter blijkt dit toch niet het geval. De reflexen op de vaten vertonen bij sterke vergroting een fijne dwarse streping, liggen even vóór de bloedkolom, hebben over het gehele vaatverloop een wisselende breedte en wisselen ook, al naar de plaats van belichting en van de lichtbron.

Bovendien zien wij (fig. 9) naar de limbus toe bij C de rode lijnen uiteengaan (hetzij dichotomisch, hetzij dat, zoals hier, eerst de ene, dan de andere zich opzij buigt). Dit doet ons denken aan twee grotendeels zuiver evenwijdig lopende dunne venen, te midden van het gewirwar der vaten in dit gebied een „speling der natuur”.

Wij komen dit verschijnsel echter regelmatig tegen en dan treffen ons enkele bijzonderheden.

Sommige van die bloedstreepjes nemen hier en daar een klein toevoerend vat op, maar altijd alleen aan de zijde, die van hun „partner” afgekeerd is.

Vervolgen wij nu deze formatie naar distaal, dan kan het zijn, dat zij allengs onder een ondoorzichtige conjunctiva verdwijnt. Vaak echter blijft het beeld nog helder, terwijl de bloedstreepjes allengs breder en aan de naar elkaar toegekeerde zijden vager worden, en de heldere tussenzône zich versmalt. Even verder stroomafwaarts zien wij dan slechts één lichtrood gekleurde streep (in deze figuur niet getekend).

Wanneer wij nu (fig. 9) de bloedstreepjes weer stroomopwaarts vervolgen en met sterke vergroting bezien, treft ons, dat zij aan de naar elkaar toegekeerde zijde een iets bewegelijke, a. h. w. golvende of fladderende begrenzing vertonen.

Op de plaats, waar zijdelings een kleine bloedvat inmondt (ook bij C in fig. 9), zien wij vaak een groepje erythrocyten even in het gebied van de kleurloze tussenliggende band buitelen en zich daarna weer in het gebied van de rode streep voortbewegen. *Daarbij maakt het de indruk, alsof zij door een heldere stroom worden meegesleurd.* sneller dan de erythrocyten aan de rand van het vat. Ditzelfde ziet men bij de golvende begrenzing, waarvan zoeven sprake was.

Wij krijgen hierdoor sterk het vermoeden, dat wij hier niet met

twee, toevallig zuiver evenwijdig verlopende, venen te doen hebben, maar met één vene, welke drie gescheiden stromen bevat: twee bloedstromen bezijden en een heldere stroom in het midden.

De herkomst van de beide bloedstromen moet resp. in beide venen worden gezocht, die nabij de limbus (bij C in fig. 9) samenkomen.

Rest dan nog de vraag naar de oorsprong van de heldere tussenband.

Deze kunnen wij bij nauwkeurig toezien stroomopwaarts langs een der toevoerende venen nog een eindweegs vervolgen (tot B), daarna nog even in geïsoleerd verloop, tot hij dicht bij de limbus onzichtbaar wordt (bij A). In het gedeelte BC kan men nog een stroom waarnemen aan de iets golvende begrenzing van de begeleidende bloedstreep en aan het hier en daar meesleuren van erythrocyten.

2. De Watervene.

In het heldere gedeelte (AB in fig. 9), kunnen wij zonder meer nog geen stroom waarnemen:

a. Het is een homogene kolom, die zich reeds hierdoor van de vezelig gestructureerde omgeving onderscheidt.

b. De kleur is, evenals van de heldere kolom in de laminaire vene, in diffuse belichting bovendien iets donkerder dan van de omgeving, grijsig en wij denken hierbij onwillekeurig aan de beschrijving van het kanaal van Schlemm door Busacca (p. 38) als „*d'un gris transparent et vitré*”.

Trachten wij een gefocusseerde lichtbundel juist op deze plaats te werpen, dan belemmert ons de opaciteit van de bedekkende conjunctiva het zicht. Valt de gefocusseerde lichtbundel er een millimeter naast, dan is de matgrijze kolom weer zichtbaar.

c. Valt de smalle gefocusseerde lichtbundel daarentegen juist een fractie van een millimeter naast de kolom, aan de zijde van de lichtbron, dan zien wij hem nu helderder verlicht dan het aan de andere zijde grenzende gebied. Het door de episclera teruggekaatste licht zien wij er dan doorheen schijnen.

d. In een uiterst smalle lichtbundel (spleetbundel) doet de homogene kolom zich voor als een optisch ledig. Ook dit komt overeen met het beeld van het kanaal van Schlemm. De doorsnede is iets elliptisch, met de grootste diameter evenwijdig aan de oppervlakte.

Wij menen hier te doen te hebben met een vat van heldere inhoud, dat zich met enkele venen verenigt en daarbij een stroming verraaft.

Dit is o.i. een „aqueous vein”, een watervene, zoals door Ascher is beschreven. Zij verenigt zich stroomafwaarts met de twee bloedbevattende venen tot één vat met drievoudige „stratificatie”, een z.g. laminair vat.

De bloedkolommen blijven, vóór ze zich met de heldere kolom vermengen, aan dezelfde kant van het lumen verlopen waar ze zijn

binnengetreden. Verenigen zich twee zulke vaten, dan ontstaan drie bloedkolommen, waarvan de middelste axiaal verloopt. Wij konden dit met de spleetbundel-belichting waarnemen.

Op grond van Goldmann's experimenten (p. 54) en instemmend met de argumenten van Ascher (p. 49), mede krachtens onze later te vermelden bevindingen (pulsaties, „glassrod”-phenomeen, stroomsnelheid) zullen wij voortaan van een *waterstroom* spreken.

De aan de laminaire stroming analoge verschijnselen, die door Ascher zijn besproken, hebben wij op pag. 52 vermeld; ook Goldmann noemde een hydrodynamisch analogon: het toestel van Pohl.

Wij willen hier nog even op dit verschijnsel ingaan.

Hess (1927) liet een met bloed isovisceuze gomoplossing door een fijne canule in de aorta van de hond stromen. Door de bloedstroom uit de linker A. femoralis in een glazen buis te leiden met voldoende weerstand, kon hij hierin de blauwe vloeistofstroom afzonderlijk waarnemen.

Zoals wij reeds op pag. 48 schreven, is de term laminaire stroom, of ook wel glijdende stroom een uitdrukking voor het feit, dat alle deeltjes van de vloeistof banen beschrijven evenwijdig aan de as van de buis, maar met een verschillende snelheid, die van de wand naar de as toeneemt.

Dit in tegenstelling tot de z.g. turbulente of wervelende stroom, waarbij loodrecht op de as gerichte componenten werkzaam zijn. Deze treedt bij overigens gelijkblijvende omstandigheden op, wanneer de stroomsnelheid toeneemt. Door een proef, waarbij een kleurstofdruppel in een heldere vloeistofstroom gedeponneerd wordt, kan men dit verschijnsel aan de gekleurde band, die hierdoor ontstaat, zien optreden. Bij toenemende snelheid namelijk wordt de begrenzing eerst golvend, daarna fladderend, vervolgens treedt menging op door sterkere turbulentie (Hess 1927).

In de bloedstroom (die wel niet geheel met een vloeistofstroom vergeleken kan worden) ontbreekt als regel turbulentie. Verminderde viscositeit van het bloed, zoals bij anaemie voorkomt, bevordert echter het tot stand komen daarvan hoorbaar als geruisen (Wiggers, 1944).

Wij menen, dat het zichtbare golven en fladderen van de scheidingslijn tussen bloed en water, wellicht ook hun menging stroomafwaarts, als turbulentie-verschijnsel opgevat moet worden. Dit wordt dan wellicht bevorderd door de aanwezigheid van bochten, door de toevloeiing van zij-venen, waardoor de stroomsnelheid toeneemt; waarschijnlijk ook door de relatief geringe viscositeit van het kamerwater.

Wij verwijzen tenslotte naar een overzichtsfoto van de in fig. 9 getekende laminaire vene (fig. 10a), en een vergroting daarvan (fig. 10b). Bij A zien wij duidelijk twee evenwijdige bloedstromen.

Naar rechts (limbuswaarts) is het beeld iets gesluierd, o.a. doordat het vat daar dieper onder de conjunctiva bulbi ligt. Stroomafwaarts loopt het oppervlakkiger en aanvankelijk vrij goed afgebeeld, doch de laminaire stroming is geleidelijk vervaagd tot een homogene.

Dat wij hier met één vat te maken hebben, blijkt ook uit fig. 10c. Deze beeldt hetzelfde gebied af, maar nu, nadat wij het oog hadden ingedruppeld met 10 % NaCl-oplossing en vervolgens nog een lichte mechanische prikkeling van de conjunctiva bulbi hadden toegepast. Wij zien hier een belangrijk toegenomen vulling van alle vaten (de watervene, op de foto niet zichtbaar, is thans geheel met bloed gevuld), terwijl de dubbele bloedstroom door een enkele is vervangen. (Zie ook fig. 10d.)

Twee van rechts boven naar links beneden kruisende bloedlijnen lopen nagenoeg evenwijdig, maar vertonen daarentegen geen samen-smelting: het zijn afzonderlijke venen. *Reflexen zien wij nergens op deze foto afgebeeld.* (Vgl. ook fig. 33c.)

Het zoeken naar watervenen viel ons in het begin niet gemakkelijk. Het onderzoek van de conjunctiva bulbi en de episclera met de spleetlamp behoorde voorheen niet tot ons dagelijks werk. Voor onze waarneming was het „druk” op dit gebied: Een groot aantal vaten, arteriën en venen met vele vertakkingen en op verschillende diepte gelegen, drongen zich aan onze blik op. Het zoeken temidden dier menigte vaten deed ook wel eens denken aan de spreekwoordelijke naald in de hooiberg. *Bovendien was de aanblik bij iedere patiënt weer anders. De individuele gelaatstrekken van de conj. bulbi eisten aanvankelijk veel van onze aandacht.* Allengs wenden wij hieraan, evenals aan de hinderlijke schokjes, die het oog van zelfs geheel stilzittende patiënten uitvoert, en leerden wij van de spleetlamp een voor dit terrein zo nuttig mogelijk gebruik te maken.

Dat wij niet onmiddellijk onze resultaten in de statistiek konden opnemen en een voorbereidend onderzoek moesten laten voorafgaan, was duidelijk.

Bij de vierde patiënt, die wij onderzochten, vonden wij onze eerste laminaire vene met bijbehorende watervene! In een eerste reeks van 15 patiënten vonden wij deze vier maal, hetgeen ongeveer met de statistiek van A s c h e r overeenkwam. Spoedig echter begonnen de positieve gevallen veel frequenter te worden en begin September 1946 meenden wij, dat de oefenperiode kon worden beëindigd.

B. DE PATIËNTEN

Tot April 1947 onderzochten wij 115 patiënten.

In de eerste twee maanden van het onderzoek telden wij 12 negatieve gevallen, in de volgende maanden geen.

Wij onderstelden toen, dat het niet vinden van watervenen bij deze 12 patiënten aan onze mindere geoefendheid was toe te

schrijven en hebben hen daarna nog eens onderzocht. Zij bleken daarbij inderdaad allen watervenen te bezitten.

Ook een 14-tal positieve gevallen hebben wij na 3—6 maanden heronderzocht. Daarbij waren de resultaten tot in bijzonderheden gelijk aan die bij het eerste onderzoek.

De venen met lichtrood bloed hebben wij vrij vaak gezien, maar niet afzonderlijk opgetekend. Zij waren niet altijd gemakkelijk van gewone venen af te grenzen en wij wensten slechts duidelijke verschijnselen te noteren.

Ook maakten wij daarbij geen gebruik van Goldmann's kunstgreep, door druk op de oogbol een vene met verdund bloed tot laminaire vene te transformeren.

Wij zochten gemakshalve eerst naar een laminaire vene op 3 à 4 mm afstand van de limbus met vergroting I, daarna met vergroting II en vrij diffuus licht (p. 56). Proximaalwaarts (naar de limbus toe dus) verwachtten wij de watervene. Slechts in enkele gevallen hadden wij moeite, deze te vinden. Door het glassrod-phenomeen (p. 49) op te wekken, werden wij dan de juiste plaats van de watervene gewaar; later konden wij deze zonder meer terugvinden. Meestal waren de watervenen geheel vrij van bloed, slechts in weinige gevallen stroomden enkele erythrocyten mee of was reeds vanaf de perforatieplaats aan de oppervlakte een smal begeleidend bloedstreepje te zien.

Vervolgens werd, eveneens op 3 à 4 mm van de limbus, naar langere watervenen gezocht (p. 66), die nog niet met een vene waren samengekomen. Tenslotte werd dan nog eens het gehele gebied rondom de limbus aan een onderzoek onderworpen.

C. FREQUENTIE

Van onze 115 patiënten vertoonde slechts één in het geheel geen watervenen. Dit was een 35-jarige vrouw met zeer opaque conjunctiva bulbi en een nystagmus, die wij wegens de geringe amplitude toch in onze groep hadden toegelaten. Bij haar 10-jarig zoontje, die eveneens een bijna ondoorzichtige conjunctiva had, maar geen nystagmus, vonden wij alleen aan het linkeroog een watervene.

De overige 113 patiënten bezaten allen één of meer watervenen op beide ogen. Dit is dus een veel hogere frequentie, dan door Ascher en Goldmann is gevonden (p. 48, 53). In het geheel vonden wij 409 watervenen. (Wij nemen aan, dat het zichtbare aantal wat groter kan zijn geweest, doordat hier en daar waarschijnlijk wel een watervene over het hoofd werd gezien.)

Terwijl wij bij de meeste patiënten niet meer dan één of twee watervenen zagen, vertoonden anderen er meer. Wij telden 12 bezitters van 4 of 5 vrij grote watervenen op beide ogen. Eenmaal noteerden wij (bij de 12-jarige jongen B. K.) 6 op elk oog.

D. LOCALISATIE

Van elke watervene noteerden wij de ligging. Het meest proximale punt der watervene, dat nog juist zichtbaar was, werd hiervoor gekozen. De notering geschiedde volgens de hele cijfers van het uurwerk, waarbij het aantal werd geteld, dat zich tussen de beide aangrenzende halve uren bevond (de watervenen gelegen tussen 3.30 en 4.30 uur werden op 4 uur genoteerd, enz.).

Die watervenen (betrekkelijk weinige), die juist op de halve uren schenen te liggen, werden over beide aangrenzende uren verdeeld (van de 2 op 3.30 uur b.v. werden op 3 en 4 uur elk één bijgeteld).

De resultaten van deze notering ziet men in figuur 11.

Hierbij valt het volgende op te merken:

1°. De watervenen bleken voor het grootste deel nasaal-onder te liggen.

2°. Boven (omstreeks 12 uur) troffen wij hen zelden aan, hetgeen overeenkomt met de bevindingen van *Ascher* en *Goldmann* (p. 48).

In tegenstelling tot hun mededeling, dat men ook beneden (omstreeks 6 uur) de watervenen zelden vindt, staat echter ons getal van 57 op de 409 watervenen, d.i. pl.m. 1 op 7.

Twee omstandigheden kunnen dit verschil o.i. voor een deel verklaren:

a. De conjunctiva bulbi is meestal beneden minder doorzichtig.

b. De watervenen hebben vaak een zeer lang verloop voor zij zich met andere venen tot een laminaire vene verenigen. De lichtgrijze banden nu, als welke zij zich meestal aan ons vertonen, vallen in dit gebied zeer weinig op, en dan alleen nog bij zijdelings-indirecte verlichting.

Dit verklaart wellicht ook het volgende:

In zijn laatste publicatie (1946) (p. 54) noemt *Goldmann* het voorkomen van enigszins langere bloedvrije watervenen dan diegene, die na een kort verloop ($\frac{1}{2}$ mm ongeveer) in een laminaire vene monden, zeldzaam.

Wij vonden echter, dat van de 409 watervenen er 102 over een lengte van ongeveer 2—4 mm als vaten met volkomen heldere inhoud zichtbaar waren.

3°. Ten aanzien van de localisatie van de watervenen moeten wij nog vermelden het feit (reeds door *Ascher* genoemd), dat de watervenen vaak een *symmetrische ligging* hebben. Deze symmetrie vonden wij (enkele afwijkingen van één uur meegerekend) 135 maal, dat is dus 270 van de 409 watervenen betreffend.

E. AFMETINGEN

De diameter (breedte) van de watervenen vonden wij gelegen

tussen $\frac{1}{10}$ en $\frac{1}{50}$ mm ongeveer. Het meest frequent waren de vaten met pl.m. $\frac{1}{20}$ mm diameter.

Over hun lengte schreven wij reeds.

F. PULSATIES

Evenals Ascher (p. 49) en Goldmann (p. 53) vonden wij de spontane rhythmische verschijnselen in het complex: water-vene - vene - laminaire vene, die zij pulsaties noemden.

Ook wij zagen daarbij echter meestal geen duidelijke veranderingen in de breedte van het lumen, maar wel in de verdeling van het water en het bloed. Deze veranderingen bleken *synchroon met de hartslag*.

Daarbij verplaatst zich n.l. de grens tussen beide vloeistoffen, en wel in de richting van de bloedkolom. Deze beweging is snel en blijkt bijna gelijktijdig met de radialis-polsslag (een fractie van een seconde later) te geschieden, wanneer wij naar de pulsatie ziende, tevens de A. radialis van de patiënt voelen. De snelheid, waarmee deze verplaatsing tot stand komt, is vergelijkbaar met de steile top van de polscurve.

Het terugwijken van de grenslijn in de richting van de waterkolom valt ongeveer met de diastole samen en geschiedt langzamer.

Wij geven in fig. 12 enige voorbeelden van deze pulsaties:

In fig. 12 A zien wij, dat de dwarsverlopende pulserende scheidingslijn in het bloedvat ook bij de diastole de water-vene niet bereikt.

In fig. 12 B bevindt deze scheidingslijn zich bij de systole nog juist in het bloedvat. Tijdens de diastole kan echter een hoeveelheid bloed langs de waterkolom weggkomen als een langgerekt golfje.

In fig. 12 C is eveneens een uitstromen van bloed tijdens de diastole zichtbaar. Een bijna het gehele lumen opvullende geïsoleerde bloedkolom stroomt nu af, als een „projectiel” onmiddellijk gevolgd door het kamerwater, dat bij de hierop volgende systole de bloedstroom weer de weg heeft afgesneden.

In fig. 12 D is de samenstroming van bloed en water continu, echter loopt tijdens de systole de — hier overlangse — scheidingslijn bij de bifurcatie nog even in het bloedvat, zodat de bloedkolom in het laminaire vat bij de systole smaller, bij de diastole breder wordt. Aan de erythrocyten op de scheidingslijn zien wij nu duidelijk, dat de waterstroom bij de systole een versnelling ondergaat.

In fig. 12 E ziet men hetzelfde verschijnsel in een laminaire vene met twee bloedkolommen en één waterkolom.

Ascher vond spontane pulsaties in een frequentie van 1 op 30 ogen; Goldmann meent, dat ze steeds zichtbaar zijn, maar

hij nam daarvoor veelal adrenaline-indruppeling te baat.

Wij noteerden op 30 ogen van onze 115 patiënten spontane pulsaties, dat is dus in een frequentie van 1:8 ongeveer. Bij 7 patiënten vonden wij ze dubbelzijdig, daarbij 6 maal symmetrisch.

Het verschijnsel van de systolische verbreding der waterkolom in een laminaire vene (fig. 12 E) noteerden wij vijf maal, dat van de „projectielen” (fig. 12 C) zes maal. Meestal waren de pulsaties niet aan alle venen van hetzelfde oog te zien. Wij konden ons er vijf maal van overtuigen, dat bij her-onderzoek dezelfde water-vene op dezelfde wijze pulsaties vertoonde.

Patiënten met arhythmie of pulsus celer hebben wij niet onderzocht.

Omtrent de mogelijke oorzaken van deze pulsaties willen wij het volgende opmerken:

De grote venen vertonen (na enkele korte systolische drukverhogingen) een systolische drukverlaging. Aangezien men het er over eens is, dat deze zich niet tot in de perifere venen voortzet (zie o.a. Ned. Leerb. der Physiologie, dl. III, p. 91) behoeven wij er hier geen rekening mee te houden. Dit geldt ook voor de arteriële pols, die zich niet tot in de kleine venen voortzet.

In het oog zelf geeft de hartsystole een verhoging van de intra-oculaire druk met 1 à 2 mm, doordat op dit ogenblik het intra-oculaire bloedvolumen via de arteriën een plotselinge toename ondergaat.

Het is niet uit te sluiten, dat, evenals in vele gevallen de Vena centralis retinae, de venen van de M. ciliaris, die via de intra-sclerale plexus aan de episclera komen, daarbij iets gecompriëerd worden. Dit zou een systolische drukverlaging in de episclerale venen tengevolge kunnen hebben en zich bij het tot stand komen der genoemde pulsaties kunnen doen gelden. Wij veronderstellen echter, dat deze drukverlaging geringer zal zijn en vooral langzamer tot stand zal komen, dan in overeenstemming is met de snelle, vrij krachtige verplaatsing van de scheidingslijn in de richting van de bloedkolom.

Als voornaamste, zo niet de enigste oorzaak van deze pulsaties, nemen wij daarom een systolische drukverhoging in de watervene aan. Hieruit volgt, dat ook in het kanaal van Schlemm een systolische drukverhoging moet bestaan.

Deze verhoging kan waarschijnlijk niet tot stand komen door compressie van dit kanaal van binnen uit bij de systole, aangezien de elasticiteit van het trabeculum corneosclerale dit zal voorkomen.

Anderzijds behoeft de gelijktijdige drukverhoging geenszins tot de conclusie te leiden, dat de voorste kamer in open verbinding staat met het kanaal van Schlemm.

Zij strookt, evenals het verschijnsel der continue stroming in de watervenen, geheel met de filtratietheorie van Leber. Deze hield immers ook in, dat de hoeveelheid water, die het kanaal van

Schlemm via een ononderbroken endotheelwand bereikt, afhankelijk is van de intra-oculaire druk.

G. VERSCHILLENDE VORMEN

Van de *individuele variaties*, die aan het episclerale en het conjunctivale vaatnet zichtbaar zijn, maakten wij reeds op p. 64 melding.

Hetzelfde geldt ook voor de watervenen en laminaire venen, delen van deze vaatnetten als ze zijn. Wij drukken hier enige tekeningen af, die in zekeren zin typen vertegenwoordigen.

Evenals in fig. 9 zijn de bloedkolommen als massieve zwarte lijnen, de watervenen als grijze band aangegeven. Om technische redenen is deze laatste niet in de laminaire vene doorgetekend. De gebogen lijn L stelt de limbus voor. (Zie de bijlage.)

Fig. 13. Hr. F. K., 66 jaar. Linker oog. Vergr. 15 maal.

Temporaal bij A komt een korte watervene aan de oppervlakte. Bij B en C neemt deze twee dunne episclerale venen op, waarvan het bloed de waterkolom aan weerszijden als dunne streepjes begeleidt. Bij D en E stromen twee conjunctivale venetakken toe, waardoor de bloedstreep aan de bovenzijde plotseling breder wordt. Bij F gebeurt dit ook aan de onderzijde. Tot voorbij de monding van de vene G is de waterstroom nog zichtbaar, verderop verdwijnt de gemeenschappelijke stam langs de M. rectus internus. Zie ook de foto's (fig. 32).

Fig. 14. Dezelfde patiënt. Rechteroog. Vergr. 15 maal.

Temporaal onder bij A begint de zichtbare loop van een watervene, die bij B, en verderop ook bij C, aan één zijde een episclerale vene opneemt. Pas bij A mondt een vene aan de bovenzijde in. Met de laminaire vene AE verenigt zich bij E een krachtige venestam, die zich uit een aantal episclerale venetakken van het nasale gebied heeft gevormd. Zie ook de foto's (fig. 33).

Fig. 15. Hr. J. R., 24 jaar. Rechter oog. Vergr. 15 maal.

De waterstroom, die nasaal-onder van A tot F zichtbaar is, wordt tot D in het laminaire vat door twee bloedkolommen van gelijke breedte begeleid. Bij D verlaat een deel van het uit de vene C afkomstige bloed het gemeenschappelijke vat, en beweegt het zich in een dunne vene langs de kortere weg DE naar F, waar het zich weer met de gedunde bloedkolom verenigt.

Fig. 16. Jongen E. G., 15 jaar. Rechter oog. Vergr. 15 maal.

De watervenen A₁ en A₂ ontvangen resp. bij B en C aan éne zijde een smalle bloedkolom uit een episclerale vene. De beide waterkolommen communiceren door een, tussen de episclerale venen vaak geziene H-anastomose, waarin geen bloedstreepje en dus ook geen stroming zichtbaar is. Deze is vermoedelijk gering.

Fig. 17. Hr. P. J. M., 27 jaar. Rechter oog. Vergr. 15 maal.

Hier zien wij een typische boomvormige vertakking, volgens welke vooral beneden en boven de Venae ciliares anteriores worden gevormd. Twee watervenen A₁ en A₂, beneden bij de limbus te voorschijn komend, nemen elk enige venen op, waarmee zij tot een gemeenschappelijke stam, een der Venae ciliares anteriores samenvloeien. Dit is een laminaire vene, waarin twee water- en drie bloedkolommen wegstromen.

Fig. 18. Hr. F. J. F., 60 jaar. Rechter oog. Vergr. 15 maal.

Nasaal beneden komt een lange watervene omlaag en verenigt zich bij C met een episclerale vene. Stroomafwaarts bij B mondt nu een tweede watervene A₁ aan de zijde van de waterkolom.

Fig. 19. Hr. M. J. S., 34 jaar. Rechter oog. Vergr. 15 maal.

Nasaal bij de limbus verenigt de korte watervene A₁ zich met twee episclerale venen bij B en C. De beide bloedkolommen van de laminaire vene worden elk bij E en F door de inhoud van twee andere, episclerale venen versterkt. Even stroomafwaarts van punt E mondt in deze laminaire vene de watervene A₂, na vanaf zijn perforatieplaats een boog van ruim een halve cirkel te hebben beschreven. Stroomafwaarts maakt de, nu twee water- en twee bloedkolommen bevattende, laminaire vene enkele bochten, waarbij zij zich van het niveau van de episclera in het subconjunctivale weefsel begeeft. Voorbij de monding van een conjunctivale vene bij G zien wij vijf afzonderlijke stromingen in het gemeenschappelijke vat.

Fig. 20. Mw. D. A. D. 69 jaar. Rechter oog. Vergr. 15 maal.

Een watervene A deelt zich vrijwel onmiddellijk na het te voorschijn komen aan de episclerale bij P in twee, tegengesteld gerichte watertakken.

- a. De limbuswaarts verlopende tak neemt al spoedig aan de benedenzijde een episcleraal vat op, bij B twee aan weerszijden. Het laminaire vat loopt nu over de episclera naar C en buigt zich daar schuin naar boven, via de subconjunctiva naar het gebied van de conjunctivale plexus.
- b. De aanvankelijk nasaalwaarts gerichte tak van de watervene neemt, na enkele kleine venen te hebben opgenomen, zijn weg naar beneden, waar hij zich verenigt met enkele grote episclerale takken tot een der Venae ciliares anteriores.

Fig. 21. Hr. B. F., 61 jaar. Rechter oog. Vergr. 30 maal.

De watervene A loopt aanvankelijk in de episclera concentrisch aan de limbus naar lateraal beneden, neemt daarbij de bloedstroom op van de episclerale vene C. Daarna buigt het één water- en één bloedkolom bevattende vat zich terug, een platte lus vormend. Op het punt, waar juist de lus eindigt, mondt een tweede vene B in. Deze komt van dezelfde kant uit de limbale ringplexus en beschrijft voor de inmondingsplaats eveneens een lus. De uit deze drie takken ontstane vene loopt als episclerale laminaire vene naar de benedenste Venae ciliares anteriores.

Fig. 22. Hr. D. B., 40 jaar. Linker oog. Vergr. 30 maal.

De watervene A₂ loopt een eindweegs evenwijdig met de limbus, daarbij een zér dunne episclerale vene D opnemend, vervolgens aan de andere zijde het iets dikkere episclerale bloedvat C. Het gezamenlijke vat buigt zich naar de limbus toe. Daarbij verenigt het zich achtereenvolgens met het naar de limbus toe lopende watervat A₁, daarna met de episclerale vene B (evenals C deel uitmakend van de perilimbale ringplexus). Het aldus ontstane laminaire vat heeft, behalve de beide bloedkolommen aan de rand, een uiterst dunne axiale bloedkolom, beschrijft een lus, waarbij het zich aan de limbus naar voren richt en daarna, bij zijn loop nasaalwaarts, onmiddellijk onder de conjunctivale oppervlakte komt te liggen. Daarbij neemt het enkele conjunctivale adertjes op, waarvan de inhoud in de onderste (dan verbrede) bloedkolom stroomt. Zie ook de foto's (fig. 34).

A s c h e r wijst er op, dat sommige watervenen met een karakteristieke boog of lus te voorschijn komen. Een boog als van de watervene A₂ in fig. 19 is mogelijk iets dergelijks als A s c h e r hier bedoelt. Wij zagen dit echter zelden.

De lus van de watervene in fig. 21 lijkt ons niet voor een watervene specifiek, omdat wij de vene B een zelfde lus zien maken.

Ook een lus als in fig. 22 aanwezig is, zien wij wel bij de venen, die — p. 35) als *ramus longus* beschreven — van vlakbij de limbus dicht onder de oppervlakte naar de periferie lopen, en die tot de conjunctivale plexus behoren.

De laminaire vene van fig. 22 is o.i. zulk een *ramus longus*, eveneens die van fig. 19 en van fig. 10.

Op ons totaal aantal van 409 watervenen noteerden wij er 25, die zich in een — laminaire — *ramus longus* voortzetten.

Of de intrasclerale watervenen zich anatomisch als zodanig onderscheiden, hopen wij later te bespreken. Hier zij vastgesteld, dat op grond van ons onderzoek, zoals dit ook uit de figuren 13 tot en met 22 blijkt, *de episclerale watervenen in het algemeen geen andere bijzondere kenmerken eigen zijn dan die van hun inhoud.*

Onder bepaalde omstandigheden zijn bovendien de watervenen tijdelijk als bloedbevattende venen zichtbaar.

Ter illustrering van het bestaan van laminaire vaten drukten wij reeds enige foto's af (fig. 10), waaruit blijkt, dat gelijktijdig met een door prikkeling opgewekte algemene hyperaemie van dit gebied, de waterkolom in een laminair vat onzichtbaar kan worden.

In overeenstemming met dit kleine experiment is het volgende:

- 1°. Tijdens het onderzoek van een patiënt met normale ogen zien wij soms door de prikkel van de belichting (die dan van tranen vergezeld gaat) de waterkolom in laminaire venen smaller worden, in enkele kleinere zelfs verdwijnen. Wij zien dit soms het eerst in een kleinere laminaire *ramus longus*, die meest ook oppervlakkige conjunctivale vaten opneemt. Vooral deze verwijden zich dan en doen de druk in de laminaire vene stijgen, zodat de stroom zich soms omkeert en de watervene dan een uitweg vindt in een dieper gelegen vat.
- 2°. Bij een patiënt met conjunctivitis en *oppervlakkige* injectie van de conjunctiva bulbi en de episclera (geen diepe, paarse injectie), zagen wij, hoe de inhoud van een heldere watervene, in een sterk verwijde episclerale vene rhythmisch uitstroomde en daar het kamerwater in de overmaat van bloed verdween (fig. 23). Wij konden deze patiënt na zijn herstel terugzien en vonden op deze plaats thans het begin van een lange laminaire vene.

H. HET „GLASSROD”-PHENOMEEN

Het onderzoek naar dit verschijnsel, waarbij de stroom van een laminaire vene met een wattendrager (p. 49) of met een glazen staafje wordt geblokkeerd, is niet gemakkelijk en de uitkomsten moeten met enige reserve worden beschouwd.

Er zijn gevoelige patiënten, bij wie dit onderzoek niet goed mogelijk is zonder anaesthesie. Cocaïne nu verandert de verhouding bloed-water ten gunste van het water en pantocaïne sterk ten gunste van het bloed (p. 52). Wij konden deze door A s c h e r medegedeelde feiten herhaaldelijk bevestigen.

Voor een zuivere uitvoering van deze proef is anaesthesie dus minder gewenst. Laat men dit nu achterwege, dan kan dit zelfs bij weinig gevoelige personen toch hoogstens één of twee keer achtereen geschieden. De reactieve hyperaemie, door herhaalde aanraking

van de oppervlakte van het oog ontstaan, beïnvloedt n.l. de uitslag in z.g. negatieve zin. D. w. z. de blokkering van de laminaire vene heeft dan tot gevolg, dat bloed in de watervene dringt.

In positieve zin — het binnendringen van water in de bloed-aanvoerende vene bevorderend — kan de uitslag beïnvloed worden door te sterke druk met het instrument op de bulbus, hetgeen men dus eveneens moet vermijden.

De „glassrod”-proef ontleent zijn naam niet aan het glasstaafje, waarmee hij verricht kan worden, maar aan het *aspect*, dat het complex stroomopwaarts van de blokkering bij een *positieve uitslag* aanneemt, n.l. als van „gesmolten glasstaafjes in porcelein” (p. 49).

Dit aspect komt vaak zeer snel tot stand.

Wanneer men in dergelijke gevallen maar éven voorzichtig op het laminaire vat drukt, ziet men het water bliksemsnel in de toevoerende vene schieten, waarin het verder stroomt. Dit verschijnsel is o.i. te vergelijken met het uit de hydrodynamica bekende „water-hamereffect” (fig. 24). Het is waarschijnlijk als een uiting op te vatten van de grote stroomsnelheid in de watervene en de hoge druk, die in dit vat reeds vóór de blokkering van de afvoer heerste.

In andere gevallen dringt het water slechts langzaam in de bloed-aanvoerende vene, soms blijft het dan spoedig staan, een pulserend dwars scheidingsvlak vormend.

Dit waren resp. krachtige en zwakke positieve „glassrod”-phenomenen.

Het *negatieve phenomeen*, waarbij bloed in de watervene stroomt, komt nooit zo snel tot stand als bij het positieve soms het geval is. Is de watervene lang, dan houdt de bloedinstroming soms nog vóór het beginpunt van de watervene op met de vorming van een dwars scheidingsvlak, dat pulseert.

Korte watervenen worden bij het negatieve phenomeen door het bloed geheel gevuld. (A s c h e r meent, dat dit bloed in vele gevallen het kanaal van Schlemm bereikt.)

Het aantal patiënten, waarbij wij de aanwezigheid van het „glassrod” phenomeen nagingen, bedroeg 20; bij 14 hunner werden beide ogen onderzocht, bij 6 één der ogen.

Het totaal aantal onderzochte watervenen bedroeg 50. Het phenomeen bleek daarbij 34 maal positief, 16 maal negatief. Er waren 17 paar symmetrische vaten (d. w. z. op het linker en rechter oog symmetrisch gelegen); 14 paar reageerden gelijk (beide positief of beide negatief) en 3 paar verschillend (een vat positief, het symmetrische op het andere oog negatief).

Van 16 ogen, waarbij twee of meer watervenen (in één of meer zittingen) aldus waren onderzocht, reageerden deze in 9 gevallen gelijk, in 7 gevallen verschillend. Omdat A s c h e r (p. 51) meende, dat temporaal gelegen watervenen naar verhouding vaker een positief „glassrod”-phenomeen tonen dan nasaal gelegene, gingen wij het verband hiervan met de ligging na. Van de onderzochte 33 nasale watervenen reageerden 22 positief; van de

7 mediane 5; van de 10 temporale 6.

Ook met de refractie van het oog (p. 51) bleek in onze gevallen geen verband aanwezig.

Wat de uitslag van het glassrod-phenomeen bepaalt, is uiteraard het verschil tussen de druk in de bloedbevattende vene en de water-vene, *tijdens de blokkering* (vgl. p. 49).

Deze is de resultante van het debiet van beide vaten vóór de blokkering en van de proximale anastomosen, waarover elk beschikt.

Bij normale ogen is de uitslag dus geheel van anatomische verhoudingen afhankelijk. Interessant is daarom de veelvuldigheid van een gelijke reactie van in beide ogen symmetrisch gelegen vaten en het vóórkomen van verschillende reacties bij de verschillende watervenen van één oog.

Van de weg, die de waterstroom nemen kan, wanneer het glassrod-phenomeen positief is, geven wij hier enkele voorbeelden, die tevens de mogelijkheden van collaterale circulatie demonstreren, welke de episclerale plexus biedt.

- a. Blokkering van de laminaire vene in fig. 13 (bijlage), tussen A en F doet het water in de vene stromen van F naar H.
- b. Bij dezelfde patiënt (zie fig. 14) stroomt na blokkering tussen A en D het water bij B in de vene een eindweegs concentrisch met de limbus.
- c. Bij blokkering van de stroom in de stam van de Vena ciliaris ant. in fig. 17 stroomafwaarts van F, maakt het bloed uit het gehele complex snel plaats voor water.
- d. Bij blokkering éven stroomopwaarts van G in fig. 19 wordt de waterstroom in de boogvormige watervene A₂ omgeleid in de bij E uitkomende vene, en die uit de watervene A₁ in de bij C uitkomende vene.

Het is meestal niet mogelijk, de intrasclerale en episclerale collateralen, waarlangs het water zijn omweg neemt, over grotere afstand te vervolgen.

Van enkele gevallen van episclerale collaterale waterstroming, waarbij wij toch daarin slaagden, geven wij tekening en beschrijving.

Fig. 25. Hr. H. B., 23 jaar. Rechter oog. Vergr. 5 maal.

Een lange en vrij dikke watervene AC neemt bij C een collaterale venetak op. Het bloed volgt de weg VEDCB.

Blokkering bij B doet de waterstroom bij C afbuigen naar D, waar hij zich verdeelt. De stroom in de collateraal D mondt bij E in de vene V.

Fig. 26. Hr. J. P. Linker oog. Vergr. 5 maal.

De beide watervenen A en A₂ stromen in de richting C, door bloedkolommen begeleid, naar een der voorste ciliaire venen (laminaire vene). Blokkering bij B: De beide waterstromen vinden een bedding in de met de limbus concentrisch verlopende vene V en verdringen daar het bloed. Bij D buigt de waterstroom in een grote tak van een der nasale voorste ciliaire venen (laminaire vene).

Fig. 27. Mej. G. G., 30 jaar. Linker oog. Vergr. 5 maal.

De watervene A₁ verliest bij H een korte bloedkolom nagenoeg geheel, loopt naar E en verenigt zich vóórdien nog met watervene A₂. De waterstroom verenigt zich met het bloed uit de vene F (een vene van „arterieel type” (p. 34). In de collateralen HC en DC bevindt zich bloed.

Blokkering bij E: Het water van A₁ en A₂ stroomt via D naar C en verder

naar een der nasale voorste ciliaire venen. Tevens verlaat bij elke diastole een golfje bloed de vene F in dezelfde richting.

I. TIJDELIJKE VERANDERINGEN

Wij wezen er reeds eerder op (p. 65), dat de *watervenen zich op constante wijze aan ons manifesteren*. Behalve t. a. v. hun ligging constateerden wij dit ook voor wat de aanwezigheid van pulsaties betreft.

Naar de constante wijze van reageren op de „glassrod”-proef hebben wij geen onderzoek ingesteld. Wij twijfelen, gezien de anatomische basis van deze reactie bij gezonde ogen (p. 73) niet aan haar constant karakter. A s c h e r heeft dit in ruim honderd gevallen kunnen constateren.

Betreffende de verschillende invloeden, die tijdelijk het aspect van de watervene wijzigen, hebben wij slechts enkele oriënterende proeven genomen, aangezien een uitvoeriger onderzoek hiernaar o.i. buiten het bestek van dit proefschrift valt.

1. De invloed van *medicamenten* hebben wij bij drie tot vijf personen nagegaan:
 - a. Na indruppeling van een 1 % pantocaïne-oplossing zagen wij in de laminaire venen een versmalling van de waterkolom en verbreding van de bloedkolommen optreden. Ook de oorspronkelijke watervene zelf voerde een bloedkolom mee.
 - b. Na indruppeling van 2 à 5 % cocaïne-oplossing zagen wij in de laminaire venen de bloedkolommen dunner worden, de heldere kolom breder.
 - c. 1 %₀₀ adrenaline-oplossing gaf dit verschijnsel nog in veel sterker mate te zien: de laminaire venen verloren hun bloedkolommen. Dat zij overigens niet ledig waren, werd duidelijk bij blokkering. Wij vonden tevens, dat een negatief „glassrod”-phenomeen na adrenaline-indruppeling positief was geworden.
 - d. Na een indruppeling van een 2 % pilocarpine-oplossing zagen wij eveneens toename van de breedte van de waterstroom ten koste van die der bloedkolommen, en het positief worden van een negatief glassrod-phenomeen bij glaucoom-patiënten. Wij komen hierop nog terug.
2. Van de *bewegingen* van het oog naar ad- of abductiestanden zagen wij nu en dan in de bloed-waterverhouding voorbijgaande veranderingen: meestal nam de bloedvulling enkele ogenblikken toe. Overigens bleek het aspect van de watervenen, voor zover wij konden nagaan, onafhankelijk van de stand, die het oog innam. Wij zagen ook na dichtknijpen van de oogleden een kortdurende vermeerdering der bloedvulling.

3. De invloed van *positieve thoraxdruk* (persen) hebben wij bij vier personen onderzocht. Bij drie hunner was geen verandering merkbaar. De vierde (Hr. D. B., 40 jaar) toonde gedurende enkele seconden een duidelijke toename van de breedte vooral van de middelste der drie bloedkolommen (fig. 22) die tevoren uiterst gering was geweest.
4. De werking van de *accommodatie* gingen wij na, door tijdens de observatie de patiënt bij gelijkblijvende blikrichting te verzoeken, onze naderbij gebrachte linkerwijsvinger te fixeren. Slechts bij één van de vier personen (weer de Hr. D. B. van fig. 22), was een duidelijk effect te zien: de bloedkolommen verdwenen bijna geheel, weliswaar slechts gedurende enkele seconden.
Volgens de opvatting (p. 28), dat contractie van de M. ciliaris de afvoer van kamerwater bevordert, hadden wij dit effect ook bij de andere patiënten verwacht. A s c h e r heeft het in het geheel niet kunnen waarnemen (p. 52).
Het zou o.i. de moeite lonen, deze proeven op uitgebreider schaal te herhalen.

J. DE STROOMSNELHEID

De pulsatievorm (synchroon met de polsslag), die wij als projectielenstroom betitelden (fig 12 C), stelde ons bij enkele patiënten in staat om, zij het op grove wijze, de stroomsnelheid in de watervene te schatten.

1. Hr. T. G., 40 jaar. Het linker oog heeft bij 8 uur een watervene (pl.m. $\frac{1}{20}$ mm diameter). Bij elke diastole laat deze een klein bloedgolfje toe, dat langs de wand stroomt (fig. 12 B). Als dit golfje pl.m. 1.5 mm heeft afgelegd, begint een volgende zijn loop. De pols is 65. Wij schatten de snelheid dus op pl.m. 1.5 mm per seconde (in dit geval van de parietale, dus iets langzamer stroom).
De „glassrod”-proef is negatief.
2. Mej. H. H., 35 jaar. Het linker oog heeft bij 7 uur een watervene (diameter pl.m. $\frac{1}{20}$ mm), die kleine „projectielen” tijdens de diastole vervoert. Daarbij wordt ongeveer in de helft van de tijd tussen twee polsslagen een afstand afgelegd van $1\frac{1}{3}$ mm. De pols is 75. De stroomsnelheid bedraagt dan $75/60 \times 8/3 = 3\frac{1}{3}$ mm per seconde.
3. Mw. C. D., 70 jaar. Het rechter oog heeft bij 4 en 4.30 uur een watervene (pl.m. $\frac{1}{15}$ mm diameter). De laatste vervoert bloed-„projectielen”.
Vanaf de mondingsplaats van de vene waaruit deze afkomstig zijn tot de plaats waar het watervat een bocht maakt, is het

goed in het oog te houden. De lengte bedraagt pl.m. $1\frac{1}{2}$ mm. De voorste rand van elk „projectiel” legt deze weg af in een tijd, welke wij schatten op de helft van de tijd tussen twee polsslagen. Na ongeveer het dubbele van deze tijd n.l. begint het volgende projectiel zijn loop. De polsfrequentie is 72. De snelheid van de voorste rand van elk projectiel bedraagt dan $3 \times 72 : 60 = 3,5$ mm per seconde. Wij mogen deze globale waarde wel aannemen voor de gemiddelde snelheid in de watervene. Door de snelheid van de voorste rand van het projectiel te schatten, betrokken wij ook een deel van de diastole daarin. De „glassrod”-proef is positief.

4. Mej. J. H., 21 jaar. Het rechter oog heeft bij 5 uur een watervene ($\frac{1}{20}$ mm diameter), die, ongeveer recht omlaag lopend, „projectielen” vervoert. Bij eenzelfde schatting als boven vermeld vinden wij, dat 2 mm wordt afgelegd in $\frac{1}{3}$ van de tijd tussen twee polsslagen. De pols is 75. De snelheid wordt berekend op 7.5 mm per seconde. De „glassrod”-proef is positief.

Ter vergelijking vermelden wij nog even de door Zeller (p. 35), gevonden waarde van 0,8—1,5 mm per sec. in de kleine conjunctivale venen, en de waarde voor de capillaire stroomsnelheid, die in de physiologische literatuur als 1 mm per sec. wordt opgegeven.

De onderlinge verschillen in onze waarden worden bevestigd door de indruk, die wij van de stroomsnelheid in andere watervenen kregen, zonder dat wij echter bovenstaande methode daarbij konden toepassen.

Tevens kregen wij in het algemeen de indruk, dat de stroomsnelheid in de vaten, die een positief „glassrod”-phenomeen vertonen, groter is.

Evenals de „glassrod”-proef hangt ook in elke speciale watervene de stroomsnelheid o.i. af van haar anatomische verhoudingen, n.l. van de vorm van de stroombaan tussen het kanaal van Schlemm en de episclera, welke voor de weerstand bepalend is.

Wij willen onze wel zeer globale berekeningen nog uitbreiden tot het *debit* van de watervenen:

Bij de eerste patiënt zou de doorsnee van het watervat, indien deze rond was, $\frac{3}{1600}$ mm² bedragen (diameter $\frac{1}{20}$ mm). Het debit van de watervene is dan $\frac{3}{1600} \times \frac{3}{2} = \frac{9}{3200}$ mm³ per sec. of ongeveer 0.17 mm³ per minuut.

Als wij de iets elliptische vorm van de doorsnede in rekening brengen, komen wij tot ongeveer 0,14 mm³ per minuut. De waarden voor de overige patiënten zijn volgens eenzelfde berekening resp. ongeveer 0,3 — 0,5 — 0,7. Wij brengen hierbij de berekening van Ascher (p. 50) in herinnering, waarbij hij als grenswaarden voor de verschillende watervenen ongeveer 0,0008 en 0,85 mm³ gaf.

Op pag. 65 hebben wij het voorkomen van meerdere zichtbare watervenen op één oog vermeld; twaalf onzer patiënten hadden er

vier of vijf. De hoeveelheid water, die wij bij hen in de bloedbaan zien komen, onderstellen wij naar ruwe schatting op ongeveer 1 à 2 mm³ per minuut.

De ogen met één zichtbare watervene hebben dan een zichtbare afvoer van pl.m. 0,25 à 0,5 mm³ per minuut.

Naar de grootte van de afvoer van het water, dat zich in de sclera reeds met bloed vermengt (p. 50), kunnen wij slechts gissen.

En wij kunnen de verleiding niet weerstaan dit te doen, hoewel het buiten ons onderzoek valt.

Het aantal uit de sclera komende venen met pl.m. $\frac{1}{20}$ diameter kan in totaal naar schatting ongeveer 30 bedragen. Verdund bloed is dan waarschijnlijk in niet meer dan vijf à tien hunner aanwezig.

Nemen wij aan, dat dit pl.m. voor de helft kamerwater bevat (het verdunde bloed dat aan het eind van de laminaire vene te zien is geeft hiertoe aanleiding) en het overige bloed gemiddeld voor ongeveer $\frac{1}{10}$, dan komen wij, naar ruwe schatting alweer, op een waarde van 1 à 1,5 mm³ voor het met bloed gemengd uitstromende kamerwater. Deze hoeveelheid zal wat groter zijn, als de afvoer in episclerale watervenen geringer van omvang is.

Wij komen dan op een *totale waterafvoer* van 2 à 3 mm³ per minuut. Of juister gezegd: *gelegen tussen 1 en 5 mm³ per minuut*.

Bij een schatting van deze hoeveelheid met behulp van de veronderstelde totale doorsnee van de venen, die het kanaal van Schlemm verlaten (collectorvenen), kwam A s c h e r eveneens op een waarde van enkele mm³.

Deze geschatte waarden zijn van dezelfde orde als bij verschillende experimenten is verkregen: L e b e r 5 mm³, B o s c h 1 mm³, K i n s e y c.s. 4 mm³ (zie resp. p. 20, p. 30 en p. 32).

K. PROEVEN MET UITWENDIGE DRUK

Hierbij plaatsten wij de dynamometer van M ü l l e r in loodrechte stand op de temporale helft van het onderlid. Van een rechtstreekse plaatsing op de conj. bulbi zagen wij af, om de invloed van de benodigde anaesthetica en van de mechanische prikkeling op de water- en laminaire venen te vermijden. Eveneens hierom en ter wille van een rustige observatie moesten wij met kortdurende proeven volstaan.

Bij zes patiënten oefenden wij op een der ogen een druk uit van 30 gram gedurende vijf seconden. Tegelijkertijd observeerden wij een nasaal gelegen laminaire vene.

Onmiddellijk bij het begin van de compressie zagen wij de waterkolom hierin breder worden, de bloedkolommen werden smaller en verrieden een snellere stroming van de waterkolom.

Onmiddellijk na het beëindigen van de druk maakte bij vijf patiënten de waterstroom, zowel in de laminaire vene als in de watervene, plaats voor een homogene kolom van verdund bloed. Dit duurde slechts zéér kort, ongeveer een derde seconde, waarna de oorspronkelijke toestand zich herstelde.

Bij één patiënt nam de bloedkolom na de compressie wel toe, echter met behoud van een smalle waterkolom; en dit duurde hier wat langer, n.l. 3 seconden ongeveer.

Goldmann heeft eveneens deze verbreding van de waterkolom bij compressie gezien (p. 53).

Het verschijnsel, dat onmiddellijk na de compressie een homogene stroom verdund bloed door de watervene komt, is echter nog niet beschreven.

Op deze wijze hebben wij o.i., zij het op enigszins verkleinde schaal, te zien gekregen, wat uit de proeven met uitwendige druk (p. 28 e.v.) kon worden *afgeleid*, n.l.:

- a. De vermeerdeerde uitdrijving van kamerwater uit het oog tijdens de compressie.

Dit zichtbaar toegenomen watervervoer bewijst tevens dat (als andere omstandigheden gelijk blijven) de passage van kamerwater door het endotheel van het trabeculum en van het kanaal van Schlemm toeneemt bij verhoging van de intra-oculaire druk. *Het bevestigt de experimentele resultaten van Leber c.s., Friedenwald en Pierce* (p. 20 en p. 24).

- b. Het is bekend (p. 28 e.v.), dat onmiddellijk na de compressie een snelle drukdaling optreedt. Wij menen, dat ondanks de geringe kracht en de korte duur van deze compressie, ook in onze proeven een drukdaling moet zijn opgetreden, zij het dan eveneens gering en kortdurend.

Het verschijnen van bloed in de watervene zou er op kunnen duiden, dat er bloed in het kanaal van Schlemm gekomen was. Blijkens de proeven van Kronfeld c.s. (p. 39) zijn echter de drukdalingen, die een vulling van het kanaal van Schlemm met bloed tot gevolg hebben, waarschijnlijk aanzienlijker (6—12 mm Hg) dan bij onze proeven zullen hebben bestaan.

De zéér korte duur van de afwezigheid van het water in de watervene pleit o.i. eveneens tegen een bloedvulling van het kanaal van Schlemm. De volgende verklaring van het verschijnsel lijkt ons aannemelijk: De geringe en kortdurende daling van de intra-oculaire druk, geeft eenzelfde drukdaling in het kanaal van Schlemm en de intrasclerale vene, die het water naar de oppervlakte leidt. Uit de intrasclerale venen, die met haar communiceren, heeft het bloed nu even de kans in de „waterweg” naar de episclera te stromen. Bij het herstel van de druk in deze waterweg moet het bloed weer voor water plaats maken.

L. DE WATERVENEN BIJ GLAUCOMA SIMPLEX

Wij onderzochten de watervenen bij vijf lijdens aan deze ziekte. Omdat wij echter een uitvoerig onderzoek aangaande hun water-

venen niet tot onze onmiddellijke taak rekenden, hebben wij tijdens het onderzoek en de behandeling van het glaucoma simplex slechts enkele fragmentarische gegevens verzameld. Wij willen deze echter niet onvermeld laten en hebben ze in bijgaande tabel gerangschikt (zie p. 80 en 81).

Wanneer wij deze — zij het schaarse — uitkomsten vergelijken met die van A s c h e r (p. 51), dan valt op, dat, terwijl bij diens patiënten met onbehandeld glaucoma simplex de „glassrod”-proef altijd negatief was, in onze kleine groep één geval voorkomt (geval 1) met een krachtige positieve uitslag.

Evenals A s c h e r vinden wij in de andere gevallen enig verband tussen de tensie en de uitslag van de „glassrod”-proef:

In de gevallen 3 en 5 is deze proef in het rechter oog, met normale tensie (resp. 20 en 22) positief, echter negatief voor de symmetrische venen aan het linker oog, waarop de tensie ondanks pilocarpine nog verhoogd is (30).

De daling van de tensie na indruppeling van pilocarpine ging gepaard:

- a. met het verschijnen van water, waar tevoren een bloedstroom zichtbaar was (gev. 2 en 5);
- b. met het positief worden van een tevoren negatieve „glassrod”-proef (gev. 4 en 5).

Wij vonden hier dus, dat, in deze enkele gevallen althans, *de zichtbare uitstroming in de watervenen groter is bij lagere tensie* (en wij mogen dit o.i. evenzeer aannemen voor de totale waterafvoer uit het kanaal van Schlemm).

De resultaten van Thomassen's compressieproeven bij lijders aan glaucoma simplex (p. 43) doen ons vermoeden, dat ook de *zichtbare* waterafvoer, evenals het effect van compressie afhankelijk kan zijn, niet uitsluitend van de *hoogte* van de tensie, maar ook van de *richting, waarin deze zich beweegt*.

In de phase van dalende druk onder invloed van miotica zou men dan een positieve uitslag van de „glassrod”-proef kunnen verwachten. Dit verklaart wellicht dat in geval 4 (L. oog), de uitslag positief is, terwijl de tensie slechts tot 30 is gedaald.

Echter zou deze uitslag dan ook positief zijn als de tensie zich tijdelijk „spontaan” in dalende lijn beweegt, zoals dit in de tensiecurven van lijders aan glaucoma simplex vaak zichtbaar is. Hierdoor is dan óók de positieve uitslag in geval 1 (L. oog) te verklaren.

De proeven met uitwendige compressie (p. 57) hebben wij bij patiënten met glaucoma simplex niet verricht.

Een omvangrijker onderzoek naar de watervenen bij deze ziekte, eventueel gecombineerd met compressieproeven met de dynamometer, lijkt ons gewenst.

M. ANATOMIE

Wij hebben, alleen met het doel, ons enigermate op dit terrein te oriënteren, een honderdtal serie-coupees bekeken van een oog, dat

PATIENT	OOG	KLINISCHE VERSCHIJNSELEN	Toegepaste therapie	TENSIE in mm Hg (Schiötz)	WATER- VENEN	Uitslag van de „Glassrod” proef
1. Hr. J. B. 74 jr.	R	Visus 0.5/60 g. c.; Refr. Sk. E — 1.5 Gez. veld: centraal scotoom. Voorste kamer n-or- male diepte, pupil nauw. Grijze bindweefselschijf in de macula lutea. Papil en retinavaten goed.	geen	22	5 uur	5 uur + +
	L	Visus na corr. met c—1 as o 1/3. Gez. veld: groot Bjerrum-scotoom. Voorste kamer normale diepte, pupil nauw. De papilla N. optici is bleek en totaal geëxcaveerd, matig diep. Aan retina en vaten geen afwijkingen.	geen pilocarpine	34 17	7 uur	7 uur + +
2. Mevr. W. de J. 62 j.	R	Visus 3/4 g. c. Gez. veld nasaal beperkt tot bij fixeerpunt. Voorste kamer ondiep. Pupil middelwijd. Geen injectie. Totale, zeer diepe excavatio papillae.	geen pilocarpine 1 u. tevoren	60 38	geen 3 uur, 4 uur	3 uur—, 4 uur—.
	L	Visus 1. Refr. E. Gez. veld normaal. Voorste kamer ondiep. pupil nauw. Papilla N. optici normaal.	geen	25	8 uur, 9 uur	8 uur—, 9 uur—.

PATIENT	OOG	KLINISCHE VERSCHIJNSELEN	Toegepaste therapie	TENSIE in mm Hg (Schlötz)	WATER- VENEN	Uitslag van de „Glassrod” proef
3. Mevr. v. d. H. 72 jr.	R	Voorste kamer ondiep, pupil nauw, ondiepe totale excavatio papillae.	pilocarpine 2 u. tevoren	20	4, 5 en 7 uur	4 uur +
	L	Voorste kamer ondiep, pupil nauw, diepe totale excavatie.	idem	30	7 1/2 uur	7 1/2 uur —
4. Hr. M. W. 62 jr.	R	Visus na corr. met c — 2 as o 3/4. Gez. veld Bjerrum scotoom.	geen	25	1 uur, 3 uur	1 uur — 3 uur —
	L	Voorste kamer matig diep, pupil nauw.	pilocarpine 1 u. tevoren	19	1 uur, 3 uur	1 uur + 3 uur —
5. Hr. G. F. A. 60 jr.	R	Papilla N. optici : totaal geëxcaveerd, bleek.	geen	34	10,12 u., 8 u.	12 uur — 8 uur —
		Visus na corr. met c — 3 as o 1/10. Gez. veld : groot Bjerrum scotoom.	pilocarpine 1 u. tevoren	30	10,12 u., 8 u.	8 uur +
5. Hr. G. F. A. 60 jr.	R	Visus 1/10 g.c. Gez. veld goed.	geen	35	geen	
		Cataracta cort. ant. et post. v.k. matig diep.	pilocarpine 2 u. tevoren	28	4 uur, 7 uur	4 uur — 7 uur —
			pilocarpine 1/2 u. tevoren	22	4 uur, 7 uur	4 uur + 7 uur +
			geen	40	geen	
			pilocarpine 2 u. tevoren	32	geen	
5. Hr. G. F. A. 60 jr.	L	Visus met S — 1 = C — 2 as 90 1/3. Gez. veld goed.	pilocarpine 2 u. tevoren	30	5 uur, 8 uur	5 uur — 8 uur —
		Cataracta cort. ant. et post. Randstandige temporale excavatie.	pilocarpine 1/2 u. tevoren			

geen afwijkingen in het voorste segment vertoonde. (P.A. 1495 coupes 250—350 en van 350 tot 500 elke tiende coupe, celloidine coupes van $15\ \mu$ dikte.)

Wij vonden hierin de volgende communicaties van het kanaal van Schlemm met de diepe sclerale plexus (collectorvenen):

1. in de coupes 252 tot 258 temporaal drie collector-venen met nauwe ingang welke zich spoedig verenigen; elk heeft een afmeting van pl.m. $5\ \mu$ in het vlak van de coupe, en van pl.m. $50\ \mu$ loodrecht daarop (elk in $3\frac{1}{2}$ coupes aanwezig) (fig. 28);
2. in de coupes 256 tot 260 nasaal een vrij wijde collectorvene, pl.m. $60 \times 60\ \mu$ (fig. 29);
3. in de coupes 318 tot 326 temporaal een wijde collectorvene, pl.m. $100 \times 120\ \mu$ (fig. 30).

Opvallend is het verschil in vorm en afmeting van deze collector-venen.

In fig. 29 is een binnenwaarts kanaaltje getroffen.

Wij zien verder in fig. 29 en fig. 30, dat het kanaal van Schlemm daar uit twee lumina bestaat.

Tenslotte treft ons in fig. 29 de aanwezigheid van de dwarse doorsnede van een kleine arterie, die onmiddellijk achter het endotheel van het kanaal van Schlemm ligt. In deze serie-coupes (250—350) en in elke tiende coupe tot 490 is deze arterie, zo niet onmiddellijk naast, dan toch op korte afstand van het kanaal te vinden in de nasale bulbushelft. Ook in de temporale bulbushelft loopt zulk een arterie langs het kanaal, in de coupes 250—465 en in fig. 30 zichtbaar.

Wij zagen nergens takjes van deze arteriën uitgaan naar het kanaal van Schlemm.

Zoals wij reeds vermeldde, beschreef D v o r à k - T h e o b a l d een dergelijke begeleidende arterie (p. 15), van welke takjes naar de sclerale plexus gingen.

Wij herinneren hier nog eens aan de onderzoeken van M a g g i o r e en D v o r à k - T h e o b a l d (p. 14) betreffende de collectorvenen.

Eerstgenoemde beschreef alleen de nauwe collectorvenen, laatstgenoemde tevens de collectoren met wijdere ingang. Evenals A s c h e r (p. 50) menen wij, dat de vorm van de collectorvene en de wijde, alsmede de communicaties met delen van de diepe plexus beslissend zijn voor wat wij aan de bulbusoppervlakte te zien krijgen.

Wij hebben er reeds op gewezen (p. 15), dat van de 29 collector-venen, die D v o r à k - T h e o b a l d vond, er slechts één rechtstreeks (met twee takken) en vier andere, na anastomosering met een vene van de diepe plexus, naar de oppervlakte gaan (zie fig. 3). Wij stellen ons voor, dat de eerste vene zich tot twee episclerale watervenen splitst.

Het is echter zeer goed mogelijk, dat de waterstroom van een of meer der andere vier zich tot de oppervlakte voortzet, zonder met bloed samen te stromen. Wij zagen n.l. slechts zelden reeds bij de

episclerale perforatieplaats een laminaire stroom. Ook A s c h e r wijst hier op, zonder verder op de dynamiek in te gaan.

Bij de bespreking van de spontane pulsaties zagen wij (fig. 12a), dat communicatie van een watervat met een vene nog niet betekent, dat zich de bloedstroom met de waterstroom verenigt. Wij menen, dat deze verhoudingen ook intrascleraal aanwezig kunnen zijn, vooral indien het de afvoer van een collectorvene met wijde ingang betreft. Hierin toch zal de druk hoger zijn dan in een collectorvene met nauwe ingang.

De weerstand, die het water in deze vernauwing ondervindt, zal de druk doen afnemen. Stroomafwaarts houden wij daarom een vermenging van het water met bloed voor waarschijnlijk.

Voor het zichtbaar worden van water aan de episclera beschouwen ook wij als voorwaarde, dat dit door een wijde uitgang het kanaal van Schlemm verlaat. Anderzijds zullen vernauwingen stroomafwaarts (in de diepe plexus veel voorkomend, p. 13), die evenals een zeer bochtig verloop een weerstand vormen, een samenstromen met bloed in de diepe plexus bevorderen. Dat ook hierdoor zo weinig laminaire stromen aan de oppervlakte komen, is o.i. te verklaren uit de turbulentie, die kaliberwisselingen en bochten veroorzaken.

Over de invloed van de anatomische verhoudingen op de stroomsnelheid schreven wij reeds (p. 76).

Bij de positieve „glassrod”-proef kan het water behalve in een andere episclerale vene, ook in de intrasclerale plexus terugstromen en zich dan met het bloed vermengen.

Bij de negatieve „glassrod”-proef stroomt het bloed door de watervene in de intrasclerale plexus terug. Dat het daarbij het kanaal van Schlemm bereiken kan, zoals A s c h e r meent, betwijfelen wij echter. Het zal zich o.i. eerder in de intrasclerale plexus verliezen.

Intussen berusten deze beschouwingen slechts op een combineren van de verschijnselen der watervenen in het algemeen met de kennis van de anatomie der intrasclerale plexussen.

Het is echter wenselijk, het microscopisch onderzoek op daartoe geschikte objecten te herhalen, en daarbij:

- 1°. de diameter van alle collectorvenen individueel te bepalen;
- 2°. te trachten hun verdere communicaties met de intrasclerale plexussen vast te stellen en hun verbindingen met de episclera.

Vóór de enucleatie dienen dan de voornaamste perforerende venen en de watervenen te worden vastgelegd, tegelijk met bijzonderheden als stroomsnelheid, pulsaties en de uitslag van de „glassrod”-proef.

SLOTBESCHOUWING

Wij hebben in Deel I een beknopt overzicht gegeven van de anatomische, physiologische en klinische waarnemingen, welke tot conclusies hebben geleid t. a. v. de beweging van het kamerwater.

Wij gaven deze in het algemeen zonder commentaar weer en lieten slechts de onderlinge kritiek van de verschillende onderzoekers spreken.

Thans willen wij enkele hunner uitspraken bezien in het licht van de vondst van Ascher, die hiermede, tezamen met Goldmann, ook naar onze overtuiging een ononderbroken afvoer van kamerwater in het veneuze systeem heeft aangetoond.

Leber's filtratietheorie (mede gebaseerd op onderzoeken van Schwalbe) is in hoofdzaak juist gebleken. Zowel zijn onderstelling van de ononderbroken afvoer, als zijn opvatting omtrent de hoeveelheid uitstromend kamerwater en de afhankelijkheid ervan ten opzichte van de hydrostatische overdruk, vonden wij in overeenstemming met de feiten.

Merkwaardig is wel, dat hij het bestaan van de zoveel later gevonden watervenen, hetwelk thans zijn levenswerk bevestigt, bij voorbaat heeft ontkend in zijn argumentatie tegen het denkbeeld van een waterige inhoud van het kanaal van Schlemm. Wij geven hier nog eens het citaat van p. 20: „Men zou bovendien evengoed kunnen beweren, dat de venetakken, die de sclera doorboren, kamerwater inplaats van bloed bevatten”.

De bevestiging van Leber's theorie betekent echter niet, dat alle kritiek op zijn experimenten en conclusies ongerechtvaardigd is geweest en nutteloos.

Zo heeft Magitot (p. 25), al is hij met zijn ontkenning van een gelocaliseerde eliminatie van kamerwater in het ongelijk gesteld, een belangrijke bijdrage geleverd door zijn denkbeeld van de verspreide kamerwaterresorbtie in de capillairen. In de proeven van Kinsey c.s. (p. 32) die, voor wat de uitstroming betreft, door de observatie van de watervenen zijn bevestigd, zien wij tevens steun voor Magitot's denkbeeld, voor zoverre zij een aanzienlijke verspreide — „moleculaire” — kamerwaterproductie en -resorbtie hebben aangetoond.

Evenzo stelt het onderzoek van de watervenen Duke-Elder's opvatting (p. 27) in tweeërlei licht.

De vermeerderde uitstroming, tijdens de drukverhoging bij de systole en bij compressie van de bulbus door uitwendige druk waargenomen, hebben ons zijn denkbeeld van de „safety-valve” als juist doen zien.

Wij menen echter, dat de conclusie uit zijn experimenten, als zou het kamerwater intermitterend afstromen en in zeer veel geringer hoeveelheid dan *Leber* onderstelde, niet in overeenstemming is te brengen met wat wij aan de watervenen kunnen observeren.

Duke-Elder's mening (p. 27), dat de druk in het kanaal van *Schlemm* meestentijds hoger zou zijn dan in de voorste oogkamer, zou eveneens door het feit van de continue waterstroom worden weersproken, ware het niet, dat *Friedenwald* hier het bestaan van naar het kanaal afferente arteriolae ter verdediging had aangevoerd.

De vraag, of een plasmastroom uit deze arteriolae door osmotische werking (p. 27), ook bij een druk in de voorste kamer, die lager is dan in het kanaal van *Schlemm*, een continue waterstroom onderhouden kan, is op grond van de studie der watervenen o.i. nog niet met zekerheid te beantwoorden.

Wél heeft *Goldmann* de toevoer van bloedplasma in het kanaal ontkend, omdat, kort na de injectie in de bloedbaan, de fluoresceïne wél het bloed in de laminaire vene kleurde, maar niet in de inhoud van de watervene zichtbaar was. Het is echter onzeker, of de zeer geringe plasmastroom, die *Friedenwald* onderstelt, voldoende fluoresceïne kan meevoeren, om, na verdunning in het kanaal, nog in de watervene te kunnen worden gezien.

De kennis van de afvoer door het kanaal van *Schlemm* naar de episclerale venen vertegenwoordigt slechts een klein deel van de physiologie van het kamerwater.

Dat de vondst van de watervenen hier klaarheid heeft gebracht, kan echter evenzeer van belang zijn voor andere onderzoeken, het kamerwater betreffende, evenals voor de onderzoeken op het gebied van het glaucoma simplex.

Bovendien is het mogelijk, dat de verdere studie der watervenen bij lijders aan deze ziekte er een nieuw symptoom aan zal toevoegen: de vermindering van de zichtbare uitstroming van het kamerwater.

En tenslotte kan ook een bijdrage worden geleverd, in samenwerking met andere onderzoeken, tot de kennis van de pathogenese van het glaucoma simplex als geheel of van de verschillende vormen, die hierbij wellicht zullen zijn te onderscheiden.

Rest ons nog de vraag te bespreken, of de watervenen bij operatieve ingrepen dienen te worden gespaard.

Ascher beantwoordt deze vraag evenals *Gartner* met nadruk bevestigend. Wij menen echter, dat het grote aantal der collector-venen en de ruime mogelijkheden van anastomoserend, zowel in de sclera als aan de oppervlakte daarvan, die hij in dit verband toch ook noemt, ons van ernstige zorgen te dien opzichte onthefpen.

Wij geloven m. a. w. dat het kamerwater in ieder geval zijn weg zal vinden, zij het dan wellicht onder ontmoeting van een iets grotere weerstand.

Is men geheel vrij in de keuze van het operatieterrein, wat zelden het geval is, dan kan het daarom aanbeveling verdienen een water-vene met groot debiet te sparen. In geen geval zal men echter hierom enig risico mogen lopen ten aanzien van het succes der operatie.

SAMENVATTING

Wij onderzochten 115 personen met het doel vast te stellen of, en in welke mate, bij normale ogen in z.g. „aqueous veins” of „watervenen” van Ascher een met de hoornvliesmicroscop zichtbare stroom van heldere inhoud was te vinden. Bij 113 hunner zagen wij inderdaad watervenen op beide ogen en konden wij een daarin aanwezige heldere stroom onderkennen. Op grond van het onderzoek van dit verschijnsel, van de studie der publicaties van Ascher en Goldmann, alsmede van de kennis der microscopische anatomie komen wij, daarmede tevens de juistheid van Leber's theorie erkennend, tot de overtuiging, dat deze heldere stroom water bevat, afkomstig uit de voorste oogkamer.

Als resultaten van ons onderzoek worden besproken de morphologie, localisatie en enkele physiologische eigenschappen van deze watervenen, n.l. de pulsaties, de wijziging van de stroom bij blokkering in de z.g. „glassrod”-proef, het gedrag bij uitwendige druk op de bulbus, de stroomsnelheid.

Deze resultaten worden toegelicht door een aantal tekeningen en foto's. Aan de hand van enkele onderzochte gevallen van glaucoma simplex stellen wij de mogelijkheden in het licht, die de verdere studie der watervenen bij lijders aan deze ziekte biedt. Eveneens wordt gewezen op de wenselijkheid van uitgebreider onderzoek naar de microscopische anatomie van de stroombaan van het kamerwater.

De literatuur van de kamerwaterbeweging, waarvan in Deel I een overzicht was gegeven, wordt tenslotte gezien in het licht van bovengenoemde feiten.

SUMMARY

We examined 115 persons in order to ascertain whether and in what frequency by means of biomicroscopy a current of clear fluid could be found in normal eyes in so-called „aqueous veins” of A s c h e r.

In 113 cases aqueous veins in which we could discern a clear current were visible in both eyes indeed. Basing ourselves on their aspect and properties, on the study of the publications of A s c h e r and G o l d m a n n, and on our knowledge of the microscopic anatomy we came to the conviction that this clear current consists of water, originating from the anterior chamber, thus acknowledging the validity of L e b e r's theory.

We discuss the results of our investigations concerning morphology, localization and some physiological properties of these aqueous veins, viz pulsations, changes in the current when being blocked (so-called glassrod-phenomenon), influence of external pressure of the bulbus and velocity of flow.

This discussion is illustrated by a number of drawings and photographs. In connection with some examined cases of glaucoma simplex we stress the possibilities of a nearer investigation of the aqueous veins with patients suffering from this disease. Furthermore we point tot the desirability of a more detailed study of the microscopical anatomy of the intra-scleral pathways of the aqueous.

Finally the literature of the movement of the aqueous, a survey of which was given in part I, is seen with a view tot the above-mentioned facts.

SOMMAIRE

Dans le but d'établir dans l'oeil normal l'existence et la fréquence d'un courant clair dans des veines aqueuses d'A s c h e r, visible au bio-microscope, nous avons examiné 115 personnes. En effet dans 113 des examinés nous avons trouvé bilatéralement des veines aqueuses, dans lesquelles un courant clair fut discerné. En nous basant sur les résultats de notre étude, sur les publications d'A s c h e r et de G o l d m a n n, et sur l'anatomie microscopique, nous avons obtenu la conviction que ce courant clair se compose d'eau, provenant de la chambre antérieure, en reconnaissant ainsi la validité de la théorie de L e b e r.

Comme résultats de nos recherches nous avons discuté la morphologie, la localisation et quelques qualités physiologiques de ces veines aqueuses, soit les pulsations, le changement de la direction du courant par obstruction temporaire (l'expériment aux „baguettes de verre”), l'influence de la compression du globe, et la vitesse du courant.

Ces résultats sont illustrés par un nombre de dessins et de photographies. Suite à quelques cas de glaucoma simplex nous avons mis en évidence les possibilités d'une étude plus intensive des veines aqueuses chez ces malades. De même nous avons fait ressortir l'intérêt d'une investigation détaillée de l'anatomie microscopique de la voie du courant aqueux.

Finalement, la littérature, résumée dans la première partie, est considérée en rapport aux faits mentionnés.

LITERATUUR

- Ascher, K. W., 1924 *Klin. Mbl. f. Augenh.*, Bd. 72, p. 144.
 — 1942 *Amer. Journ. of Ophthalm.*, Bd. 25, p. 31.
 — 1942 *Idem*, Bd. 25, p. 1174.
 — 1944 *Idem*, Bd. 27, p. 1074.
 — 1946 *Idem*, Bd. 29, p. 1373.
 Bangerter, A. en Goldmann, A., 1941 *Ophthalmologica*, Bd. 102, p. 321.
 Barkan, O., 1936 *Archives of Ophthalm.*, Bd. 15, p. 101.
 — 1939 in Spaeth, *Principles and Practice of Ophthalm. Surgery*, p. 664.
 Bartels, M., 1905 *Zeitschr. f. Augenh.*, Bd. 14, p. 464.
 Bedell, A. J., 1940 in *Modern Trends in Ophthalm.*, p. 21.
 Bogart, D. W., 1942 *Amer. Journ. of Ophthalm.*, Bd. 25, p. 62.
 Bonnefon, 1922 *Ann. d'Oculistique*, Bd. 159, p. 840.
 Bosch, C. F., 1904 *Dissertatie*, Amsterdam.
 Busacca, A., 1945 *Eléments de Gonioscopie*.
 Castroviéjo, R., 1936 *Am. Journ. of Ophthalm.*, Bd. 18, 2, p. 524.
 Creveld, S. v., 1924 *Arch. néerl. de Physiol.*, Bd. 9, p. 60.
 Dekking, H. M., 1933 *Nederl. Tijdsch. v. Geneesk.*, Bd. 77 IV, p. 4646.
 Donders, F. C., 1864 *Ann. d'Oculistique*, Bd. 52, p. 189.
 — 1872 *Geciteerd door Thomassen*, p. 1.
 Duke-Elder, W. S., 1932 *Text-Book of Ophthalmology*, Vol. I.
 — 1934 *Recent Advances in Ophthalm.*
 — 1943 *Brit.-Journ. of Ophthalm.*, Bd. 27, p. 431.
 — 1945 *Text-Book of Ophthalmology*, Vol. III.
 Dvorák-Theobald, G., 1934 *Transactions of the Am. Ophthalm. Soc.*,
 Bd. 32, p. 574.
 Ebbecke, U. en Jaeger, A., 1933 *Pflüger's Archiv f. Physiol.* Bd. 232,
 p. 28.
 Ehrlich, P., 1882 *Deutsche Med. Wochenschr.*, Bd. 8, p. 35.
 Fischer, F. P., 1940 in *Modern Trends in Ophthalm.*, p. 349.
 Fortin, 1929 *geciteerd door Duke-Elder (1934)* op p. 126 en 127.
 Friedenwald, J. S. en Pierce, 1932 *Archives of Ophthalm.*, Bd. 7, p. 538.
 Friedenwald, J. S., 1936 *Archives of Ophthalm.*, Bd. 16, p. 65.
 Friedenwald, J. S. en Stiehler, 1938, *Arch. of Ophthalm.* Bd. 20, p. 761.
 Friedenwald, J. S., 1940 *Archives of Ophthalm.*, Bd. 24, p. 107.
 Friedenwald, J. S. en Scholz, 1940 *geciteerd in Archives of Ophthalm.*,
 Bd. 24 op p. 119.
 Friedenwald, J. S., 1944 *Brit. Journ. of Ophthalm.*, Bd. 28, p. 503.
 Gardiner, P. A., 1944 *Brit. Journ. of Ophthalm.*, Bd. 28, p. 538.
 Gartner, S., 1944 *Archives of Ophthalm.*, Bd. 32, p. 464.
 — 1946 *Archives of Ophthalm.*, Bd. 35, p. 519.
 Gifford, S., 1945 *A Textbook of Ophthalm.*
 Goldmann, H., 1946 *Ophthalmologica*, Bd. 111, p. 146.
 — 1946 *Ophthalmologica*, Bd. 112, p. 344.

- Graves, B., 1934 Brit. Journ. of Ophthalm., Bd. 8, p. 305 en 367.
- Haan, A. de, 1922 Arch. Néerl. de Physiol., Bd. 7, p. 245.
- Hamburger, C., 1900 Klin. Mbl. f. Augenh., Bd. 38, p. 801.
- 1923 Klin. Mbl. f. Augenh., Bd. 70, p. 649.
- Heerfordt, C. F., 1914 v. Graefe's Arch. f. Ophthalm., Bd. 87, p. 514.
- Hess, W. R., in Bethe's Handbuch der norm. und path. Physiologie, Bd. VII, p. 899 e.v.
- Hovius, J., 1716, geciteerd door Leber, p. 224.
- Irvine, R., 1940 Archives of Ophthalm., Bd. 23, p. 161.
- Jaeger, A., 1935 Pflügers Arch. f. Physiologie, Bd. 235, p. 701.
- Katzin, H. M., 1946 Archives of Ophthalm., Bd. 35, p. 514.
- Kinsey, V. E. e.a., 1942 Archives of Ophthalm., Bd. 27, p. 242 en 1126.
- 1944 Brit. Journ. of Ophthalm., Bd. 28, p. 355.
- Knisely, M. H., 1936 Anat. Rec., Bd. 35, p. 41.
- Knüsel, 1922 geciteerd door Ascher (1924) op p. 148.
- Koeppel, L., 1917 v. Graefe's Arch. f. Ophthalm., Bd. 94, p. 117.
- Koster, W., 1895 v. Graefe's Arch. f. Ophthalm., Bd. 41 II, p. 30.
- Kronfeld, P. C., McGarry, H. T. en Smith, H. E., 1942 Amer. Journ. of Ophthalm., Bd. 25 II, p. 1163.
- Kukàn, F., 1938 Klin. Mbl. f. Augenh., Bd. 100, p. 68.
- Küsel, 1906 Klin. Mbl. f. Augenh., Bd. 44, p. 80.
- Lauber, H., 1901 geciteerd door Leber.
- Leber, Th., 1903 Graefe-Saemisch Handb. der Augenh. Bd. 5 II, Hst. 11.
- Leerboek der Physiol. (Nederlands).
- Leplat, 1889 Annales d'Oculist., p. 123.
- Llorca, P., 1935 geciteerd door Thomassen, op p. 21.
- Loewenstein, A., 1940 Ophthalmologica, Bd. 100, p. 345.
- 1944 Brit. Journ. of Ophthalm., Bd. 44, p. 622.
- Maggiore, L., 1937 geciteerd door Dvorák-Theobald.
- Magitot, A. en Baillart, P., 1919 Annales d'Oculist., Bd. 156, p. 656.
- Magitot, A., 1928 Annales d'Oculist., Bd. 165 II, p. 481.
- 1940 Traité d'Ophthalm., Dl. II, p. 126-131.
- 1946 Physiologie oculaire clinique.
- Malling, B., 1938 geciteerd door Thomassen, op p. 22.
- Niesnamoff, 1896 geciteerd door Leber op p. 226.
- Polak-Van Gelder, R., 1911 Dissertatie Amsterdam.
- Priestley-Smith, 1903 geciteerd door Leber op p. 289.
- Rochat, G. F., 1911 Nederl. Tijdschr. v. Geneesk., Bd. I, p. 1001.
- Rochon Duvigneaud, 1930 disc. Teulières-Beauvieux.
- Rollin, A., 1940 Traité d'Ophthalmologie, Bd. II, p. 85-87.
- Römer, 1920 geciteerd door Seidel (1921), op p. 363.
- Ruedemann, A. D., 1937 Transact. of the Am. Ophthalm. Soc. Bd. 35, p. 419.
- Salzmann, M. 1912 Anat. und Histol. d. menschl. Augapfels.
- 1914 Zeitschr. f. Augenh., Bd. 31, p. 1.
- Schwalbe, 1870 Archiv. f. mikr. Anat. Bd. VI, p. 1 en 261.
- 1887 Lehrbuch der Anat. der Sinnesorgane.
- Seefelder, R. 1910 Graefe-Saemisch Handb. der Augenh., Bd. I, Hst. II Aanhangel p. 10 en 25.

- Seidel, E., 1921 v. Graefe's Arch. f. Ophthalm., Bd. 104, p. 357.
 — 1922 Idem, Bd. 107, p. 101 en 505.
 — 1922 Idem, Bd. 108, p. 285 en 420.
 — 1923 Idem, Bd. 111, p. 167.
 — 1923 Idem, Bd. 112, p. 170.
 Sondermann, R., 1930 v. Graefe's Arch. f. Ophthalm., Bd. 124, p. 521.
 — 1933 Acta Ophthalmologica, Bd. 11, p. 280.
 Sugar, H. S., 1940 Amer. Journ. of Ophthalm., Bd. 23, p. 853.
 Swindle, F. P., 1937 Archives of Ophthalm., Bd. 17, p. 420.
 Teulières, M. en Beauvieux, 1930 Bull. Soc. Franç. d'Ophthalm.,
 Bd. 43, p. 160.
 Thoma, R., 1927 in Abderhalden, Lehrb. der biol. Arb. meth., Bd. 5, afd. 4,
 p. 2 en 1156.
 Thomassen, Th. L., 1946 Acta Ophthalmologica suppl. XXVII.
 Trantas, 1907 Archives d'Ophthalm., Bd. 27, p. 89.
 Troncoso, M. U., 1937, XV Concilium Ophthalmologicum Egypte, Bd. IV,
 p. 98.
 — 1942 Amer. Journ. of Ophthalm., Bd. 25, p. 1153.
 Türk, S., 1906 v. Graefe's Arch. f. Ophthalm., Bd. 64, p. 482.
 Verhoeff, F. H., 1925 Archives of Ophthalm., p. 20.
 Virchow, H., 1905 Graefe-Saemisch Handb. der Augenh., Bd. I, Hst. II,
 p. 312 en 316.
 Vogt, A., 1940 Spaltlampenmikroskopie des Lebenden Auges, Deel I.
 Vries, W. M. de, 1907 Nederl. Tijdschr. v. Geneesk., p. 1688.
 Weiss, O., 1911, Zeitschr. f. Augenh., Bd. 25, p. 1.
 — 1920 Idem, Bd. 43, p. 141.
 Wessely, K., 1905 geciteerd door Friedenwald (1940), op p. 107.
 Wiggers, C. J., 1944 Physiology in Health and Disease, p. 563 e.v.
 Woerden, Van, 1864 geciteerd door Leber op p. 61.
 Zeller, K., 1921, Klin. Mbl. f. Augenh., Bd. 66, p. 609.

AFBEELDINGEN

BIJ

DE ZICHTBARE AFVOER
VAN HET KAMERWATER

DOOR

S. DE VRIES

(Met technische hulp van
den Heer G. LAMMENS, Amanuensis)





Fig. 1 Vlaktepraeparaat van het kanaal van Schlemm (Cv)
 V. Communicatie met diepe sclerale plexus
 E. Episclerale plexus R. Randlussenet van de limbus
 (Leber, Graefe-Saemisch Handb. der Augenh. Bd. 5 II Hst. 11 pag. 64

(bij pag. 12)

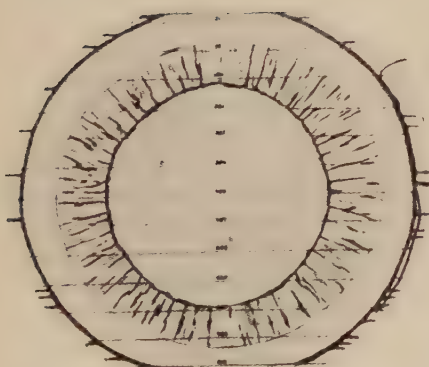


Fig. 2 Kanaal van Schlemm (buitenste cirkel) met 29
 collectorvenen en 1 Arterie (A)
 (Dvorák-Theobald, Trans. of the Am. Ophth. Soc.
 1934 Vol XXX² pag. 591) (bij pag. 14)

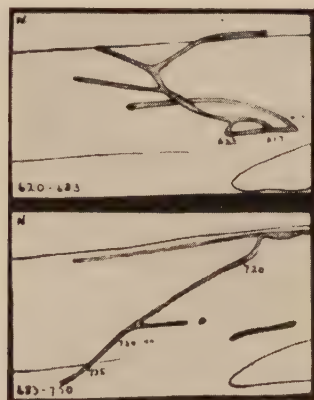
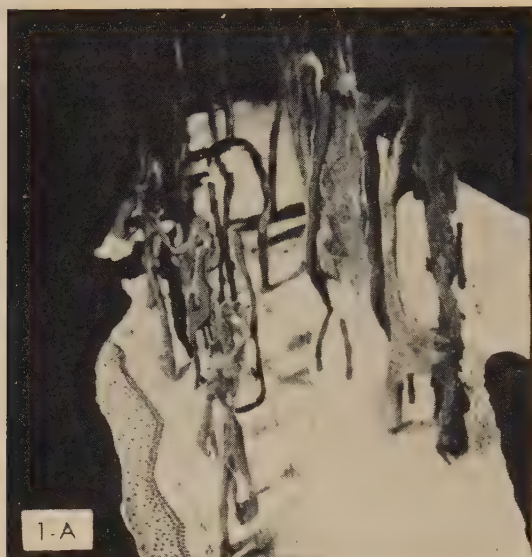


Fig. 3 Reconstructie-teekening. (com-
 municatie van het kan. van Schlemm
 met de episclerale plexus)
 (Dvorák-Theobald) (bij pag. 15)

Conj E D A D C S
 ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓
 ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓

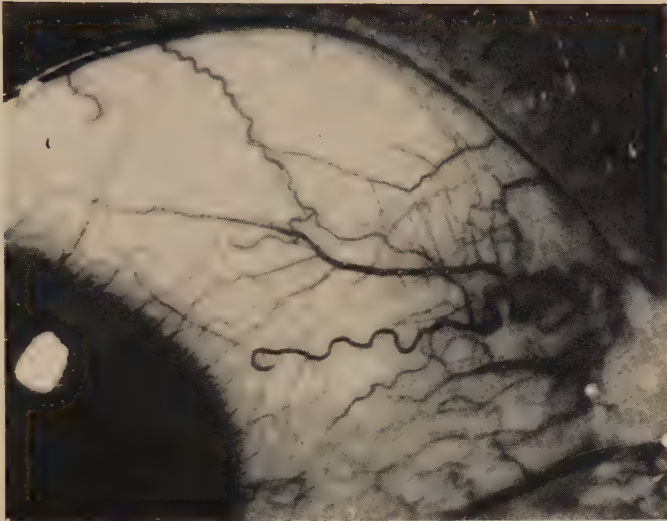


D D D A S
 ↓ ↓ ↓ ↓ ↓
 ↓ ↓ ↓ ↓ ↓

D ➤➤➤
 E ➤➤➤
 Conj ➤➤➤



Fig. 4 Was-reconstructies van 65 coupes
 S. Kan. van Schlemm D. Diepe sclerale plexus
 C. Collectorvene A. Arterie
 E. Episclerale plexus Conj. conjunctivale plexus
 (Dvorák-Theobald) (bij pag. 14)



← V

← A

Fig. 5 Mw. J. v. A., Rechter oog. Vergr. 6,5 x
Voorste bulbusoppervlakte nasaal-boven
V. Vena ciliaris anterior
A. Arteria ciliaris anterior

(bij pag. 34)

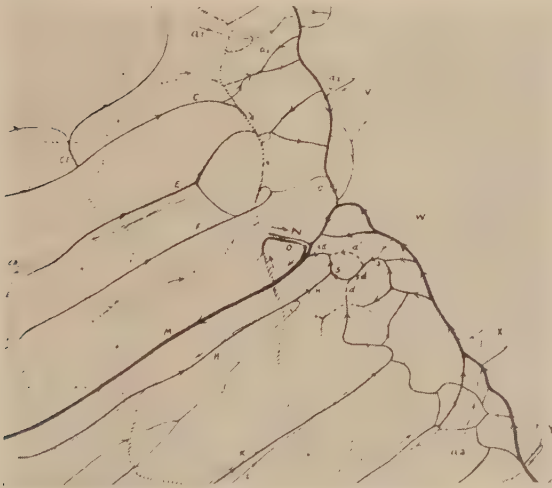


Fig. 6 Vaten nabij de limbus
(B. Graves, Brit. Journ. of Ophth. 1933. Bd. 8 pag. 316 fig. 16)

(bij pag. 36)

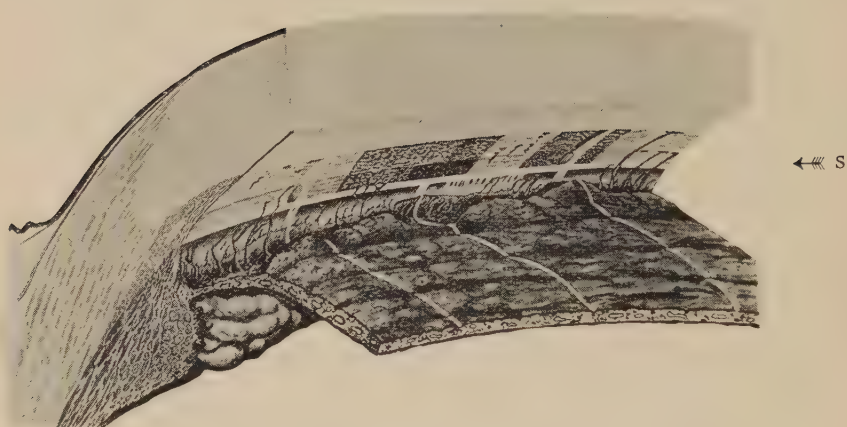


Fig. 7 Gonioscopisch beeld (half schematisch) naar Busacca, *Eléments de Gonioscopie*, 1945
S Zone van kanaal van Schlemm

(bij pag. 39)

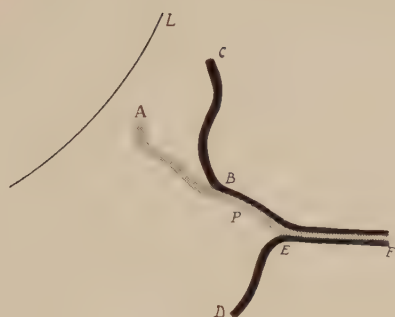


Fig. 8a AB Watervene
CB en DE Venen
BE en EF laminaire
venen
(Schema, bij pag. 47)



Fig. 8b idem, blokkering bij P
„glassrod“-proef negatief

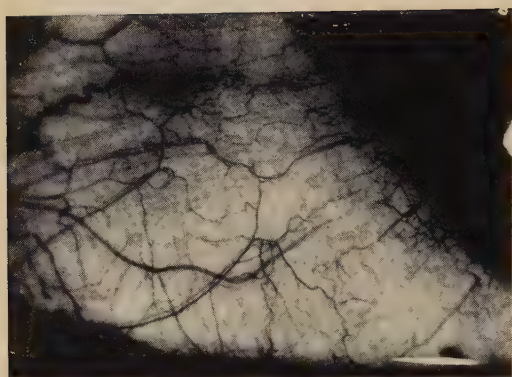
(bij pag. 49)



Fig. 8c idem, blokkering bij P
„glassrod“-proef positief

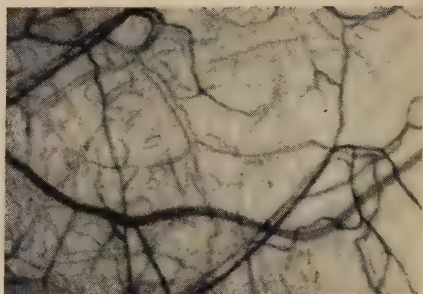


Fig. 9 Hr. K. L., 36 j.
Vergr. 15 x
A B Watervene
B D Laminaire vene (bij pag. 61 en 62)



↑
L

Fig. 10a Hr. K. L., 36 j. Linker oog. Vergr. 6.5 x
Bij L laminaire stroom (bij pag. 63 en 64)



↑
L

Fig. 10b idem. Vergr. 12 x
(bij pag. 63 en 64)

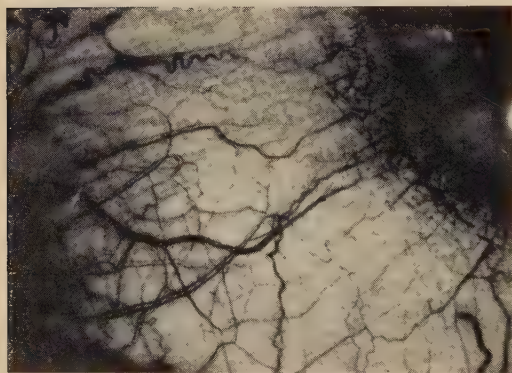


Fig. 10c Als boven. echter na irritatie (bij pag. 63 en 64)

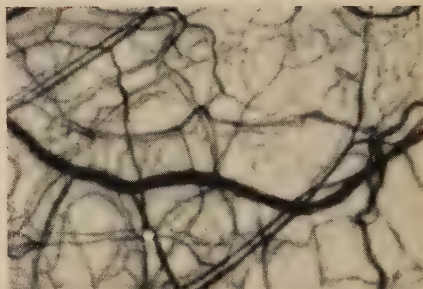


Fig. 10d idem vergr. 12 x (bij pag. 63 en 64)

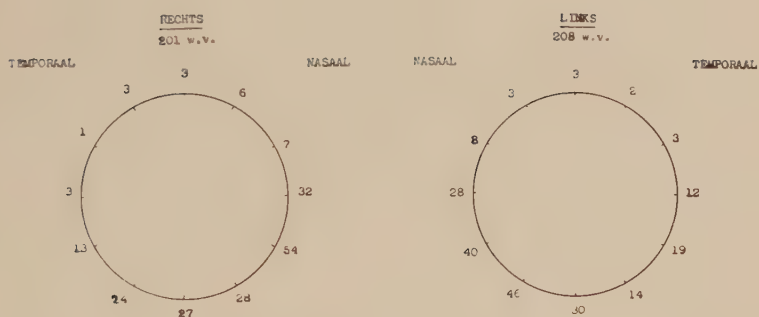


Fig. 11 Localisatie der 409 watervenen

(bij pag. 66)

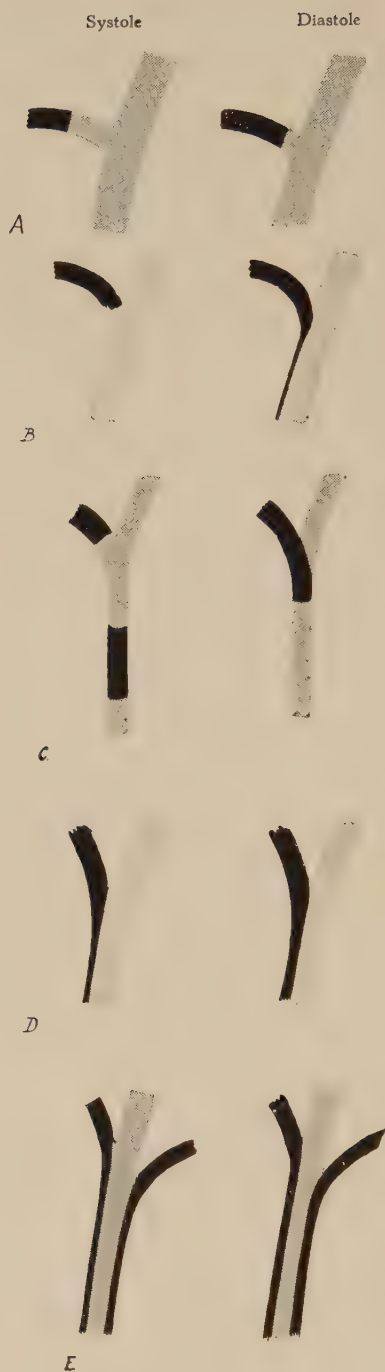


Fig. 12 Verschillende typen van
pulsaties van watervenen
(bij pag. 67)



Fig. 13 Hr. F. K., 66 j. Linker oog. Vergr. 15 x

A Watervene

C G Laminaire vene

(bij pag. 69)

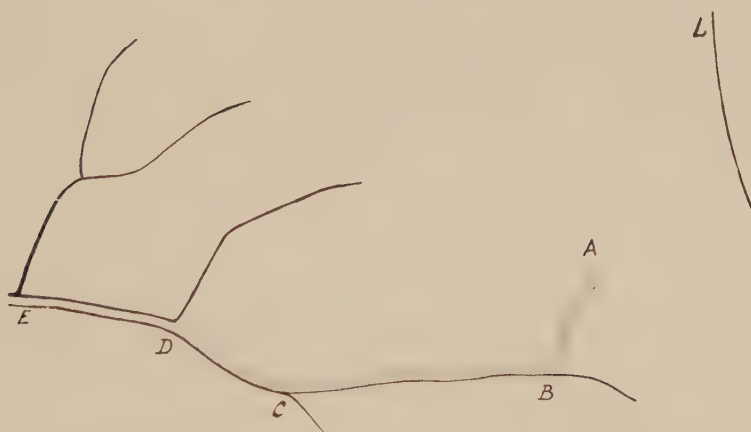


Fig. 14 Hr. F. K., 66 j. Rechter oog. Vergr. 15 x

A Watervene

B E Laminaire vene

(bij pag. 69)



Fig. 15 Hr. J. R., 24 j. Rechter oog. Vergr. 15 x
 A. Watervene B F Laminaire vene
 D E H-anastomose, bloed bevattend

(bij pag. 69)



Fig. 16 Jongen E. G., 15 j. Rechter oog. Vergr. 15 x
 A₁ en A₂ Watervene
 B G en C G Laminaire venen
 D E H-anastomose, water bevattend

(bij pag. 69)



Fig. 17 Hr. P. J. M., 27 j. Rechter oog. Vergr. 15 x
A₁ en A₂ watervenen

(bij pag. 69)

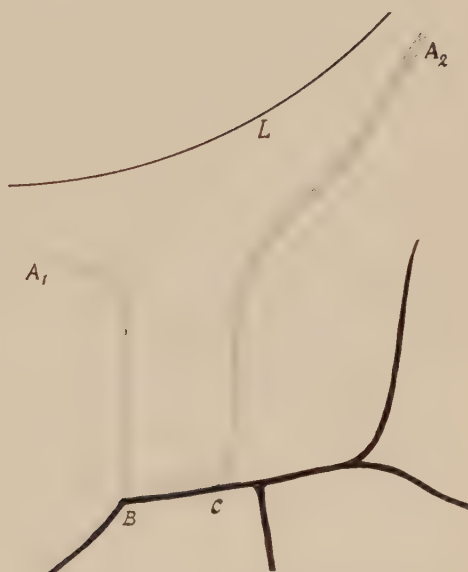


Fig. 18 Hr. F. J. F., 60 j. Rechter oog. Vergr. 15 x
A₁ en A₂ Watervenen

(bij pag. 69)

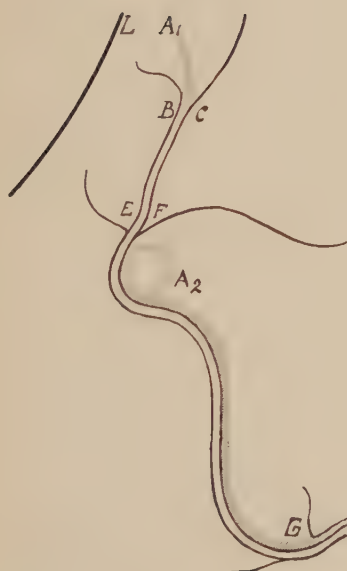


Fig. 19 Hr. M. J. S., 34 j. Rechter oog. Vergr. 15 x
A₁ en A₂ Watervenen

(bij pag. 70)

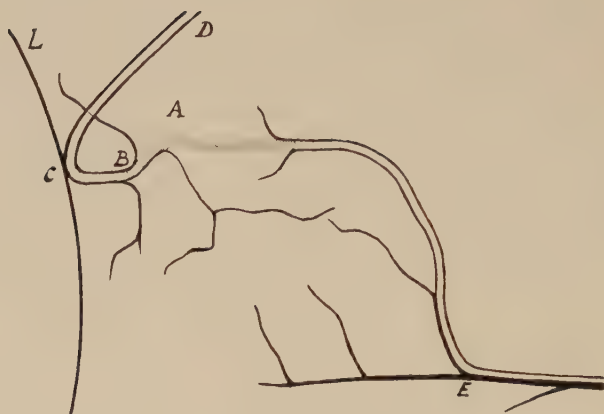


Fig. 20 Mw. D A D., 69 j. Rechter oog. Vergr. 15 x

A Watervene, zich in twee takken splitsend

(bij pag. 70)

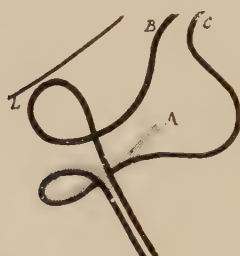


Fig. 21 Hr. B. F., 61 j. Rechter oog. Vergr. 30 x

A Watervene B en C Venen

(bij pag. 70)

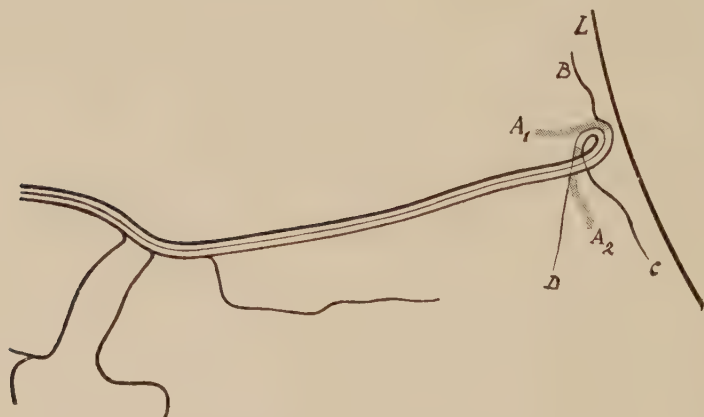


Fig. 22 Hr. D. B., 40 j. Linker oog. Vergr. 30 x

A₁ en A₂ Watervenen. — Zie ook fig. 33 a, b en c

(bij pag. 70)

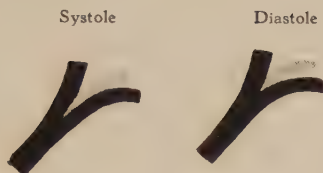


Fig. 23 Pulseerend uitstroomen
van een watervene bij conjunctivale
hyperaemie

(bij pag. 71)

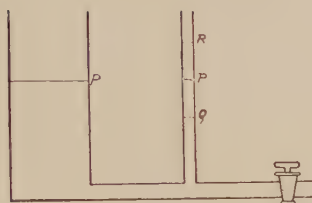


Fig. 24 Waterhamereffect

Bij geopende kraan is Q het niveau
van de vloeistof in de manometer.
Sluiting van de kraan geeft snelle
stijging tot R, alvorens het niveau
P wordt bereikt.

(bij pag. 72)

(naar Wiggers. Physiology in
Health and Disease 1944. p. 563)



Fig. 25 Hr. H. B., Rechter oog.

Vergr. 5 x

A Watervene C E Collateraal
(bij pag. 73)



Fig. 26 Hr. J. P., Linker oog

Vergr. 5 x

A en A₂ Watervenen
V D Collateraal

(bij pag. 73)



Fig. 27 Mej G. G., Linker oog.

Vergr. 5 x

A₁ en A₂ Watervenen
D C Collateraal

(bij pag. 73)

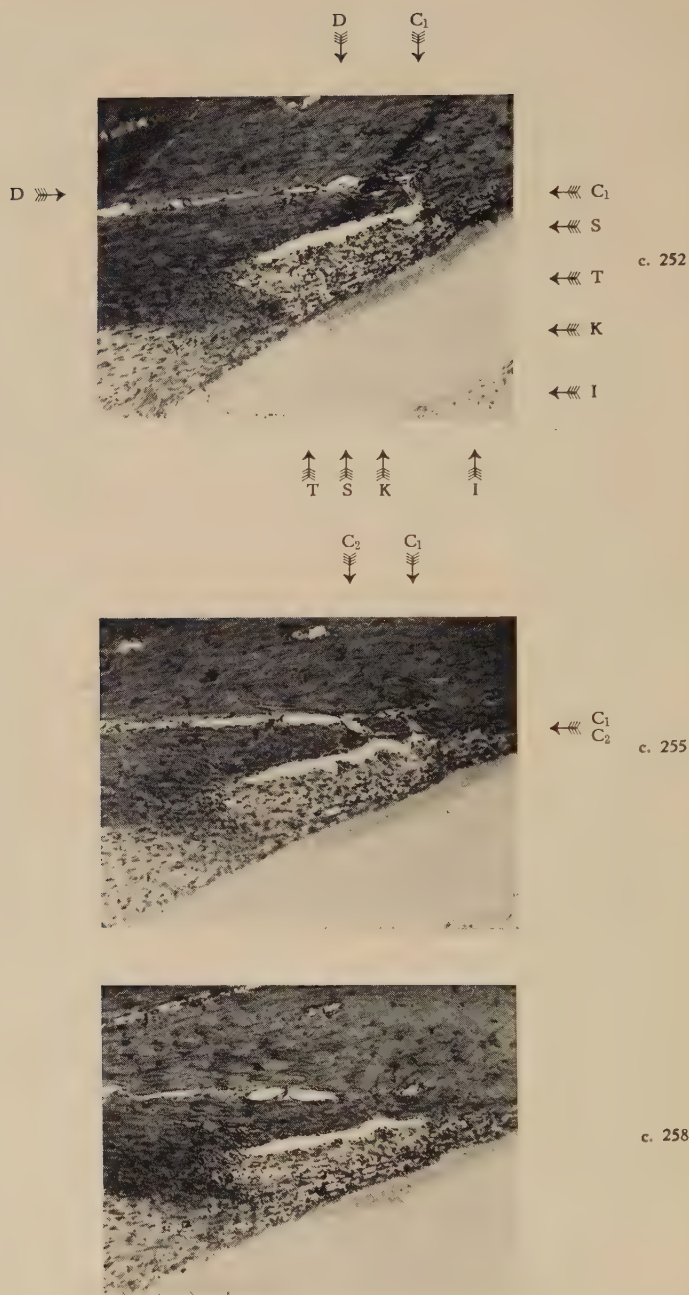


Fig. 28 P. A. 1495. Coupes 252, 255 en 258. Vergr. 88 x
 Communicatie van kanaal van Schlemm (S) met diepe sclerale
 plexus (D) door 2 nauwe collectorvenen (C₁ en C₂)
 I Iris K Voorste oogkamer T Trabeculum (bij pag. 82)

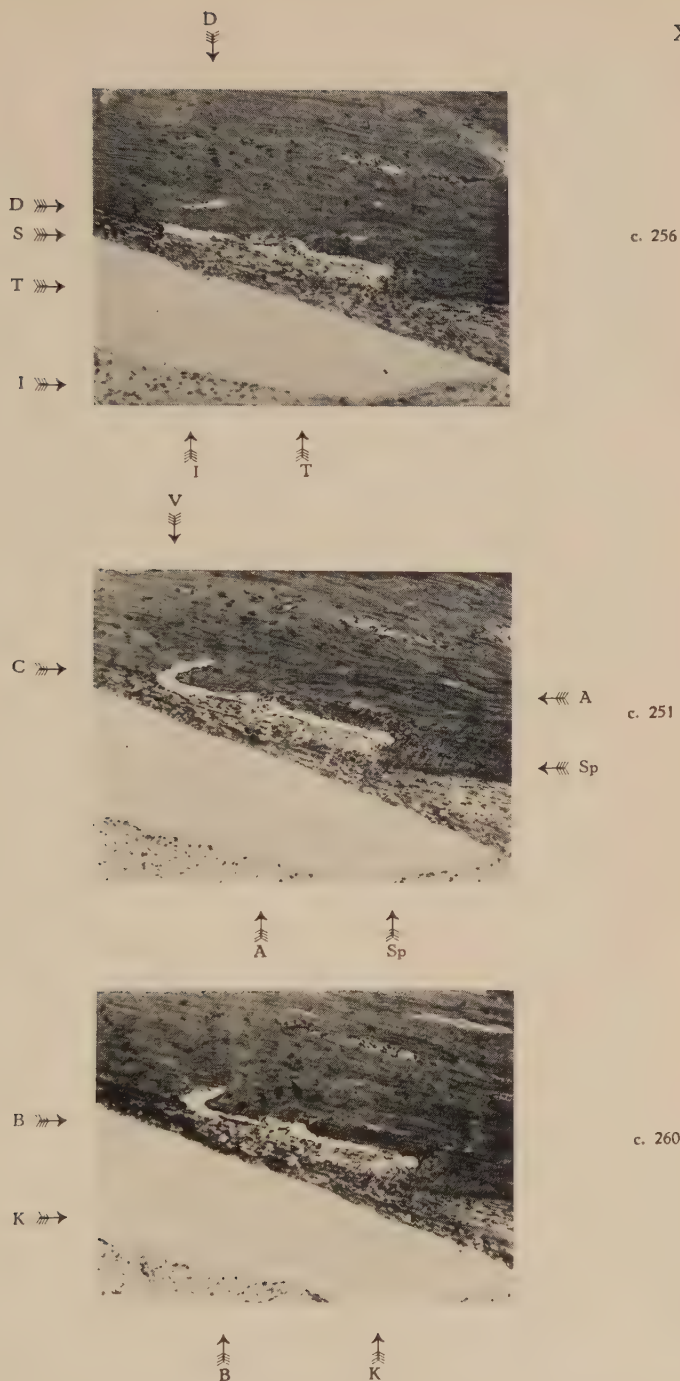
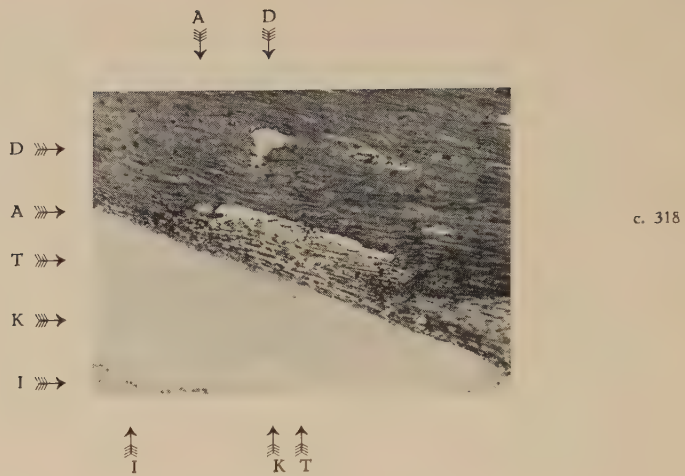


Fig. 29 P. A. 1495. Coupes 256, 258 en 260. Vergr 88 x

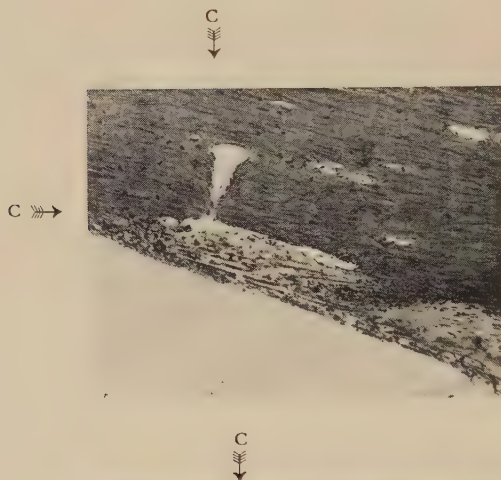
Communicatie door collectorvene (C) van kanaal van Schlemm (S) met diepe scherale plexus (D)

A Arterie I Iris K Voorste oogkamer Sp Sclerale spoor T Trabeculum
B Binnenwaarts kanaaltje

(bij pag. 82)



c. 318



c. 319



c. 320

Fig. 30 P. A. 1495. Coupes 318, 319 en 320, Vergr. 88 x
 Communicatie door wijde collectorvene (C) van het kanaal van Schlemm met diepe scherale plexus (D)
 A Arterie T Trabeculum K Voorste kamer I Iris (bij pag. 82)

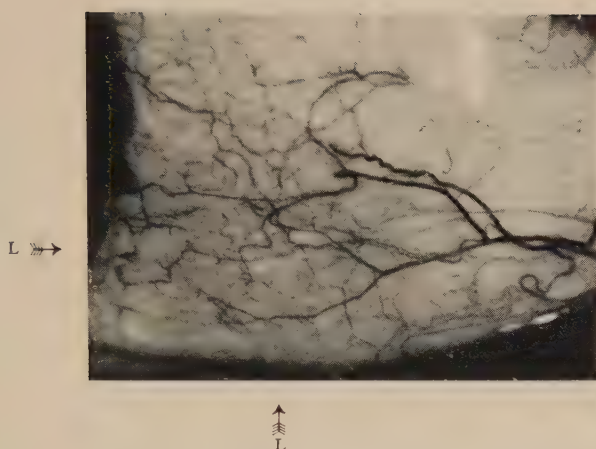


Fig. 31a Hr. F. K., 66 j. Linker oog, Vergr. 6.5 x
 L Laminaire vene met een heldere stroom in het midden en twee
 bloedkolommen bezijden. Zie ook fig. 13. (bij pag. 69)

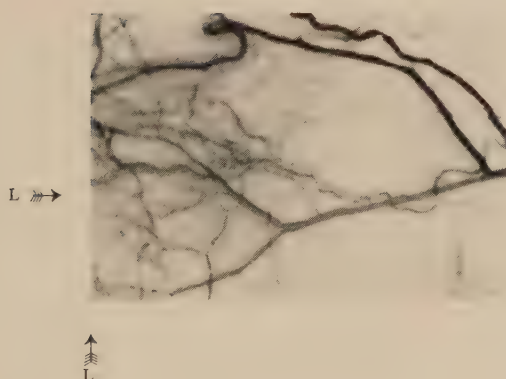


Fig. 31b Als 31a. Vergr. 12 x

(bij pag. 69)

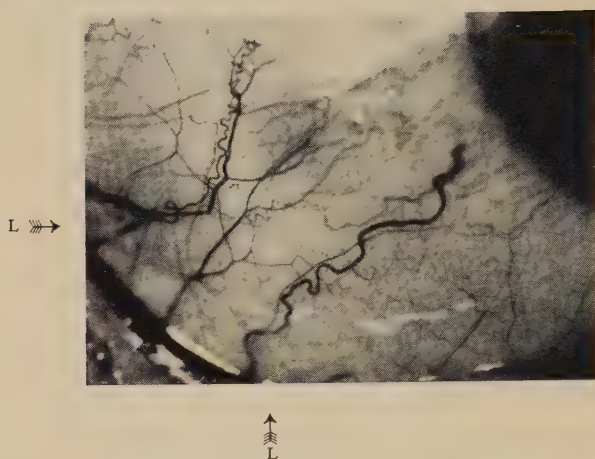


Fig. 32a Hr. F. K., 66 j. Rechter oog, Vergr. 6.5 x
L Laminaire vene. Zie ook fig. 14

(bij pag. 69)

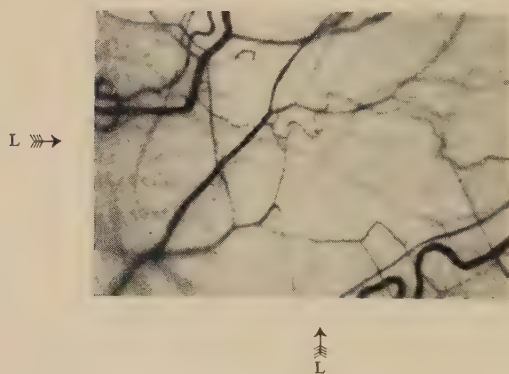


Fig. 32b Als 32a. Vergr. 12 x

(bij pag. 69)

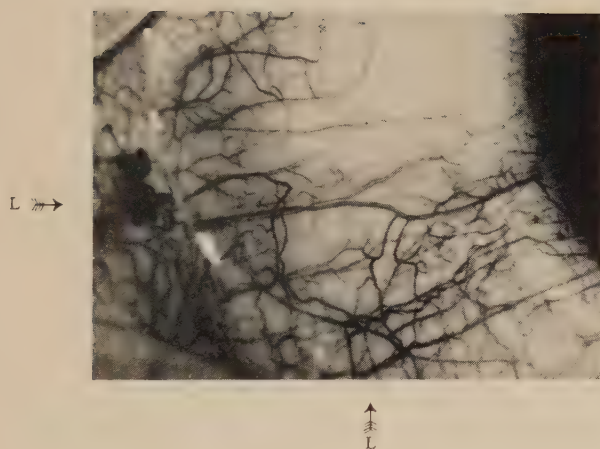


Fig. 33a Hr. D. B., 40 j. Linker oog. Vergr. 5.5 x
 L Laminaire vene (bij pag. 70)

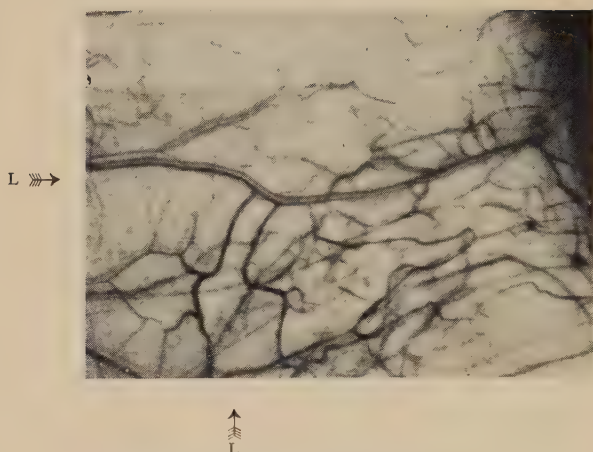


Fig. 33b Als 33a. Vergr. 12 x.

L Laminaire vene. Zie ook fig. 22

(bij pag. 70)

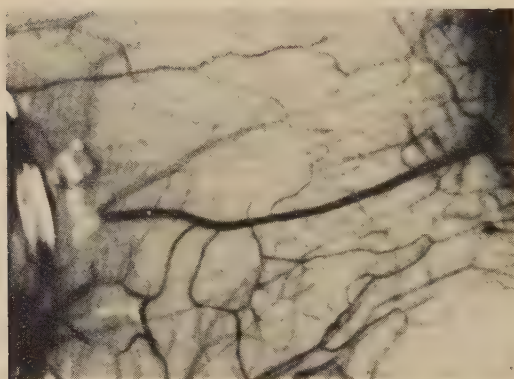


Fig. 33c. Als 33b.

Tijdens de opname is echter door een glazen bolletje geringe druk op de laminaire vene uitgeoefend, waardoor deze gestuwd wordt en zich geheel met bloed vult.

(bij pag. 70)

